

РУКОВОДСТВО

КОСМОГРАФІИ

И

ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФІИ

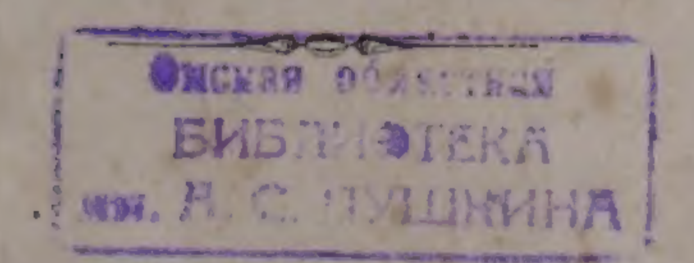
ДЛЯ ГИМНАЗІЙ.

СОСТАВИЛИ

А. Малининъ и К. Буренинъ,

ПРЕПОДАВАТЕЛИ МОСКОВСКОЙ 4-Й ГИМНАЗИИ.

Изданіе второе.



МОСКВА.
ИЗДАНІЕ БРАТЬЕВЪ САЛАЕВЫХЪ.
1868.

ТИПОГРАФІЯ Т. РИСЪ, У МЯСНИЦКИХЪ ВОР., Д. ВОЕЙКОВА.

I.

ПОНЯТІЕ О ВИДѢ И ВЕЛИЧИНѢ ЗЕМЛИ.

1. Предметъ Космографіи. Космографія (слово въ слово описаніе вселенной) разсматриваетъ землю, какъ часть вселенной, какъ міровое тѣло; она опредѣляетъ положеніе земли среди другихъ тѣлъ вселенной, изучаетъ фигуру и движеніе земли, разсматриваетъ явленія, происходящія въ другихъ небесныхъ тѣлахъ и излагаетъ законы этихъ явленій. Необходимую часть Космографіи составляетъ *Физическая географія*, разсматривающаяповерхность земли въ ея естественномъ состояніи безъ отношенія къ тѣмъ измѣненіямъ, которыя произведены на ней человѣкомъ. Поэтому она занимается только описаніемъ материковъ и океановъ, горъ и долинъ, рѣкъ и озеръ, и изслѣдуетъ тѣ явленія, которыя, при дѣйствіи различныхъ силъ природы, происходятъ какъ въ этихъ частяхъ земли, такъ и въ ея атмосферѣ.

Для того чтобы составить себѣ понятіе о томъ, какое мѣсто занимаетъ земля среди другихъ тѣлъ вселенной, единственнымъ средствомъ представляется внимательное изученіе небесныхъ явленій посредствомъ *наблюденія* ихъ. Поэтому становится понятнымъ, что такое земля, которая служитъ намъ мѣстомъ наблюденія, и относительно которой мы и судимъ о перемѣнахъ, происходящихъ въ положеніи небесныхъ свѣтилъ.

2. Фигура земли. Понятіе о землѣ, прежде всего представляющееся нашему уму, состоитъ въ томъ, что земля имѣетъ поверхность плоскую и неопредѣленно простирается въ глубину. Нетрудно, однако, убѣдиться, что это понятіе совершенно ложно; стоитъ только обратить вниманіе на ежедневныя, всѣмъ знако-

мыя, явленія. Наблюдателю, находящемуся на сушѣ, на ровной открытой мѣстности, гдѣ никакіе предметы, какъ то: зданія, деревья, горы не мѣшаютъ видѣть далеко во всѣ стороны, или находящемуся на кораблѣ въ открытомъ морѣ, кажется, что онъ находится въ центрѣ круга, на края котораго опирается небо въ видѣ свода или опрокинутой чаши. Круговая линія, по которой небо сливается съ землею, называется *видимымъ горизонтомъ*. Куда бы ни переходилъ наблюдатель, ему будетъ постоянно казаться, что онъ занимаетъ центръ этого круга. Объяснить себѣ это явленіе можно двумя предположеніями: 1) или тѣмъ, что земля есть плоскость, но зрѣніе наше имѣетъ предѣлъ и линія горизонта есть именно та, дальше которой мы не можемъ видѣть предметы; или 2) что линія горизонта отдѣляетъ часть земной поверхности, видимую для наблюдателя, отъ невидимой, и слѣд. видъ этой линіи зависитъ отъ самой поверхности земли, которая не есть плоскость. Невѣрность перваго предположенія прямо видна изъ того, что горизонтъ расширяется, если наблюдатель въ той же самой мѣстности поднимается на нѣкоторую высоту; слѣд. глазъ его видитъ въ этомъ случаѣ тѣ предметы, которыхъ прежде не могъ видѣть. Такъ какъ при этомъ горизонтъ представляется также кругомъ, какъ и прежде, и такъ какъ подобное явленіе имѣетъ мѣсто во всѣхъ странахъ и на всѣхъ точкахъ земли, то мы должны заключить, что земля имѣетъ такую *поверхность, видимая часть которой ограничена кругомъ, съ какой бы стороны мы ни смотрѣли на эту поверхность*. Этому условію удовлетворяетъ только одна шаровая поверхность и слѣд. *земля не есть плоскость, а имѣетъ видъ шара или сферы*.

Въ подтвержденіе этого заключенія мы укажемъ еще на одно явленіе, которое совершенно невозможно объяснить при томъ предположеніи, что земля есть плоскость—это постепенное появленіе предметовъ, приближающихся къ наблюдателю и постепенное изчезаніе предметовъ, удаляющихся отъ него. Наблюдатель, стоящій напр. на берегу моря и смотрящій на приближающійся корабль, видитъ обыкновенно сначала только вершины

его мачтъ; по мѣрѣ приближенія корабль какъ бы выдвигается изъ воды и наконецъ по прошествіи нѣкотораго времени становится виденъ весь на линіи горизонта, отдѣляющей небо отъ воды. Съ этого момента до самаго приближенія къ берегу увеличивается только видимая величина корабля, но никакихъ другихъ измѣненій не происходитъ. Если бы корабль удалялся отъ берега, то повторились бы тѣ же явленія, только въ обратномъ порядкѣ. По мѣрѣ удаленія корабля уменьшалась бы только видимая величина его, но онъ былъ бы виденъ весь, пока дошелъ бы наконецъ до линіи горизонта; послѣ этого стали бы исчезать мало по малу сначала нижнія части, потомъ верхнія, послѣдними скрылись бы вершины его мачтъ. Если бы въ этотъ моментъ наблюдатель поднялся на нѣкоторую высоту надъ берегомъ, напр. взошелъ бы на башню, то онъ могъ бы снова увидать нѣкоторую часть корабля, но по мѣрѣ удаленія послѣдняго и эта часть во второй разъ скрылась бы изъ виду. Явленія эти были бы совершенно необъяснимы, если бы мы предположили, что поверхность земли есть плоскость; въ самомъ дѣлѣ пусть прямая AD (черт. 1) представляетъ путь корабля на плоскости, A — мѣсто наблюдателя. Гдѣ бы ни находился корабль, въ B, C или D, онъ былъ бы виденъ весь изъ точки A. Съ удаленіемъ измѣнялась бы только видимая величина его *); онъ казался бы все меньше и меньше и наконецъ исчезъ бы изъ виду весь сразу, а не постепенно.

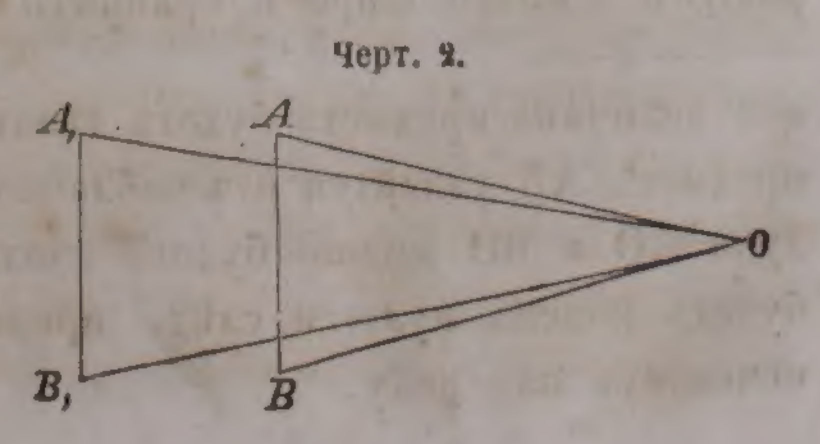
Черт. 1.

A B C D

---

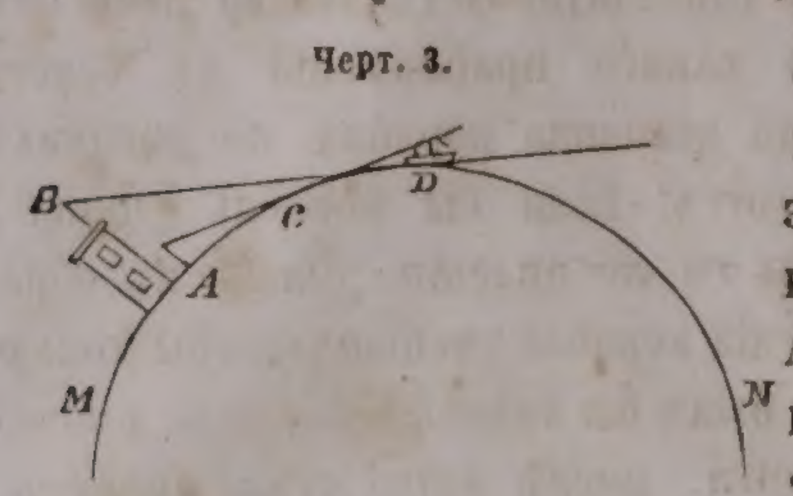
*) Видимая величина предмета опредѣляется угломъ зрѣнія, т. е. угломъ, который составляютъ два луча, идущіе отъ вершины A и основанія B предмета AB къ глазу наблюдателя O (черт. 2). По мѣрѣ удаленія предмета отъ наблюдателя этотъ уголъ будетъ становиться острѣе, какъ это видно изъ чертежа; слѣд. види-

Черт. 2.



На оборотъ всѣ подробности этого явленія становятся понятны, если предположимъ, что земля имѣетъ видъ шара. Въ самомъ дѣлѣ пусть MN (черт. 3) представляетъ часть окружности, которую получимъ, пересѣкая земной шаръ плоскостью по направленію движенія корабля, A — глазъ наблюдателя. Если изъ точки A провести касательную къ дугѣ MN, то въ точкѣ прикосновенія C будетъ тотъ предѣлъ, гдѣ море повидимому оканчивается. Корабль, плывущій по направленію MN, будетъ виденъ весь до точки C; если же онъ будетъ находиться въточкѣ D, лежащей далѣе C, то наблюдатель будетъ видѣть только ту часть его, которая находится выше продолженія линіи AC. Если послѣ этого наблюдатель перейдетъ изъ A въ B, то продолженіе новой касательной BD будетъ лежать ниже продолженія прежней AB и слѣд. наблюдатель будетъ видѣть снова тѣ части, которыя уже исчезли у него изъ виду, когда онъ находился въ A. Такъ какъ явленіе будетъ происходить совершенно также, по какому бы направленію ни удалялся корабль отъ наблюдателя, то слѣд. путь корабля на поверхности моря всегда будетъ кривая линія; другими словами — земля имѣетъ кривизну по всѣмъ направленіямъ; а потому заключеніе, которое мы только что сдѣлали о фигурѣ земли, вполнѣ подтверждается.

Черт. 3.



3. Здѣсь самъ собою представляется вопросъ: не измѣняютъ ли шароваго вида земли тѣ неровности, которыя представляетъ во многихъ мѣстахъ поверхность суши, т. е. горы, долины и проч.? Чтобы отвѣтить на этотъ вопросъ, надо опредѣлить радіусъ земнаго шара и сравнить его съ высотою высочайшей

мая величина предмета будетъ дѣлаться меньше, и если наконецъ предметъ AB удалится отъ наблюдателя на такое разстояніе, что лучи AO и BO можно будетъ считать паралельными, то уголъ будетъ равенъ нулю и слѣд. предметъ обратится въ точку и исчезнетъ изъ виду.

горы на землѣ. Наблюденія показали, что вершина предмета, имѣющаго 5 футовъ вышины, скрывается за горизонтомъ наблюдателя, глазъ котораго находится также на высотѣ 5 футовъ, при разстояніи, приблизительно равномъ 30000 фут. Это значитъ, что прямая линія, соединяющая глазъ наблюдателя съ вершиною предмета, становится въ это время касательною къ поверхности земли. Пусть кругъ BCF (черт. 1) представляетъ сѣченіе земнаго шара плоскостью, проходящею черезъ центръ O, вершину предмета A и глазъ наблюдателя A_1 и прямая AA_1 касается къ кругу CBF въ точкѣ C. Такъ какъ касательная AC есть средняя пропорціональная между цѣлою сѣкущею AF и ея внѣшнею частью AB, то слѣд. $AC^2 = AF.\ AB$; или называя радіусъ земли черезъ r и подставляя вмѣсто AC и AB ихъ величины, имѣемъ $(15000)^2 = (2r + 5).5$, откуда $r = \frac{(15000)^2 - 25}{10}$ = почти 22500000 фут. или 6000 верстъ. Высота же самой большой горы на землѣ (Гауризанкаръ, въ гималайской цѣпи) оказалась по измѣренію менѣе 30000 фут., что составляетъ меньше $^1/_{750}$ части земнаго радіуса. Чтобы яснѣе представить себѣ этотъ результатъ, вообразимъ шаръ, имѣющій 2 фута въ діаметрѣ; на такомъ шарѣ, если онъ будетъ изображать землю, самая высокая гора должна быть изображена песчинкою, которой высота меньше $^1/_6$ линіи, или листочкомъ писчей бумаги; обыкновенныя горы и холмы должны быть изображены самыми мелкими пылинками. Такимъ образомъ мы видимъ, что всѣ неровности земной поверхности — высочайшія горы, глубокія долины, относительно земнаго шара меньше, чѣмъ неровности апельсина, и слѣд. нисколько не измѣняютъ шарообразнаго вида земли.

Черт. 1.



4. Упомянемъ еще, что однимъ изъ наиболѣе очевидныхъ доказательствъ того, что земля не есть плоскость, служатъ кругосвѣтныя путешествія. Первое изъ такихъ путешествій совершено было португальцемъ *Фердинандомъ Магелланомъ*. Онъ

вышелъ въ Сентябрѣ 1519 года изъ гавани Сенъ-Люкаръ въ Андалузіи и, направляясь постоянно къ западу, встрѣтилъ материкъ Америки, открытой за 27 лѣтъ передъ этимъ Колумбомъ; обогнувъ Южную Америку, онъ вышелъ въ Тихій Океанъ черезъ проливъ, носящій въ настоящее время его имя, и въ Мартѣ 1521 года достигъ сначала Маріанскихъ, а потомъ Филиппинскихъ острововъ и здѣсь въ стычкѣ съ туземцами былъ убитъ. Его спутники подъ начальствомъ Себастіана дель Кано продолжали путешествіе и держась постоянно къ западу, достигли мыса Доброй Надежды и вернулись въ Европу въ Сентябрѣ 1522 года, совершивъ все путешествіе въ 3 года. Въ настоящее время подобныя путешествія совершаются весьма часто и по различнымъ направленіямъ; онѣ доказываютъ, что земля имѣетъ сомкнутую кривую поверхность по всѣмъ направленіямъ.

Задача. Наблюдатель находится на высотѣ версты надъ землею; опредѣлить радіусъ видимаго имъ горизонта, полагая радіусъ земли = 6000 верс. *Отв.* 109,5 верс.

II.

СУТОЧНОЕ ДВИЖЕНІЕ НЕБЕСНАГО СВОДА.

5. **Видимое движеніе небеснаго свода.** Перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію тѣхъ явленій, которыя совершаются на небесномъ сводѣ. Явленіе, прежде всего представляющееся нашему вниманію, есть неизмѣнная, правильная, послѣдовательная перемѣна дней и ночей, съ которою измѣняется и видъ самаго неба. Каждый день утромъ солнце восходитъ въ одной части неба, поднимается по своду небесному и скрывается вечеромъ на сторонѣ неба, противоположной той, гдѣ оно взошло. Сторона горизонта, гдѣ восходитъ солнце, наз. *Востокомъ*; а та, гдѣ оно скрывается, *Западомъ*.

Послѣ солнечнаго заката свѣтъ изчезаетъ мало по малу, день

смѣняется ночью. Небо, казавшееся свѣтлоголубымъ въ теченіе дня, становится чернымъ; на немъ показывается множество блестящихъ точекъ, называемыхъ *звѣздами*. Замѣтимъ, что звѣзды не исчезаютъ съ небеснаго свода днемъ, но невидимы тогда потому, что свѣтъ ихъ слишкомъ слабъ въ сравненіи съ свѣтомъ солнца; въ хорошіе телескопы можно и днемъ увидать звѣзды на небесномъ сводѣ по той причинѣ, что труба собираетъ всѣ лучи наблюдаемой звѣзды и устраняетъ большую часть лучей, отражаемыхъ воздухомъ. Съ перваго взгляда звѣзды кажутся неподвижными; но достаточно внимательно прослѣдить за ними въ теченіе нѣкотораго времени, чтобы замѣтить, что онѣ имѣютъ движеніе. Положимъ напр., что мы замѣтили какую нибудь звѣзду надъ вершиною дерева, дома или другаго земнаго предмета; если, не перемѣняя мѣста, обратимъ на нее вниманіе черезъ полчаса или болѣе, то увидимъ, что она не находится въ прежнемъ направленіи; но удалилась отъ него на нѣкоторое разстояніе, которое будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше времени прошло между первымъ и вторымъ наблюденіемъ.

Слѣдя за движеніемъ различныхъ звѣздъ, легко замѣтить, что нѣкоторыя изъ нихъ поднимаются изъ за горизонта постоянно въ однихъ и тѣхъ же точкахъ восточной стороны его, и двигаясь болѣе или менѣе быстро въ томъ же направленіи, въ какомъ движется солнце днемъ, описываютъ надъ горизонтомъ дуги различной величины и скрываются на западной сторонѣ его.

Нѣсколько иначе происходитъ движеніе звѣздъ, находящихся въ той части неба, которая будетъ лежать передъ глазами наблюдателя, когда онъ станетъ такъ, что восточная сторона горизонта будетъ находиться на право, а западная на лѣво отъ него. Сторона горизонта, которая будетъ находиться тогда передъ наблюдателемъ, наз. *Сѣверомъ*, а противоположная ей сторона — *Югомъ* *). Большая часть звѣздъ надъ сѣверной

---

*) Стороны горизонта обыкновенно означаются такъ: Сѣверъ — N (Nord), Югъ — S (Sud), Востокъ — O (Ost), Западъ W (West).

стороной горизонта никогда не скрываются подъ нимъ и при своемъ движеніи описываютъ полные круги, однѣ—большіе, другія—меньшіе. Слѣдя за уменьшеніемъ этихъ круговъ, мы можемъ замѣтить одну звѣзду, которая повидимому остается неподвижною; она наз. *полярною*. Такъ какъ при всѣхъ этихъ перемѣщеніяхъ звѣздъ, ихъ относительное положеніе, ихъ группировка, остается одна и таже, то намъ кажется, что звѣзды прикрѣплены къ небесному своду неподвижно; а самый сводъ обращается по направленію отъ O къ W около прямой линіи, проходящей черезъ мѣсто наблюденія и пересѣкающей небесный сводъ близь того мѣста, гдѣ находится полярная звѣзда; другая же точка пересѣченія этой прямой съ небеснымъ сводомъ находится въ томъ полушаріи свода, которое лежитъ подъ горизонтомъ.

Линія, около которой повидимому обращается небесный сводъ, наз. *осью міра*; а точки пересѣченія этой линіи съ небеснымъ сводомъ — *полюсами*; при этомъ тотъ, который виденъ надъ нашимъ горизонтомъ, наз. *сѣвернымъ*; а противоположный, невидимый для насъ,—*южнымъ*.

6. **Неподвижныя звѣзды, планеты, кометы.** Мы сказали уже, что при движеніи небеснаго свода относительныя положенія звѣздъ и группировка ихъ остаются неизмѣнными; впрочемъ есть небольшое число звѣздъ, которыя дѣлаютъ исключеніе изъ этого общаго правила. Наблюдая звѣздное небо въ теченіе нѣсколькихъ ночей сряду, не трудно замѣтить, что нѣкоторыя звѣзды измѣняли свое положеніе относительно сосѣднихъ съ ними; онѣ удалились отъ однихъ и приблизились къ другимъ, тогда какъ положеніе этихъ послѣднихъ относительно другъ друга осталось безъ измѣненія. Такія звѣзды, имѣющія собственное движеніе между другими, наз. *планетами* или *блуждающими звѣздами*; а тѣ, относительное положеніе которыхъ остается одно и то же,—*неподвижными звѣздами* или просто *звѣздами*. Къ планетамъ древніе причисляли солнце и луну, такъ какъ эти два свѣтила также движутся между неподвижными звѣздами. Внимательный и привычный наблюдатель, даже простымъ глазомъ, уже по одному блеску можетъ отличить звѣзду отъ планеты: въ блескѣ первой замѣтно нѣкоторое

сверканіе; напротивъ послѣдняя сіяетъ ровнымъ, спокойнымъ свѣтомъ. Въ трубу же это отличіе дѣлается еще замѣтнѣе: звѣзда представляется блестящею точкою, а планета небольшимъ кружкомъ бо́льшаго или меньшаго діаметра, смотря по силѣ телескопа.

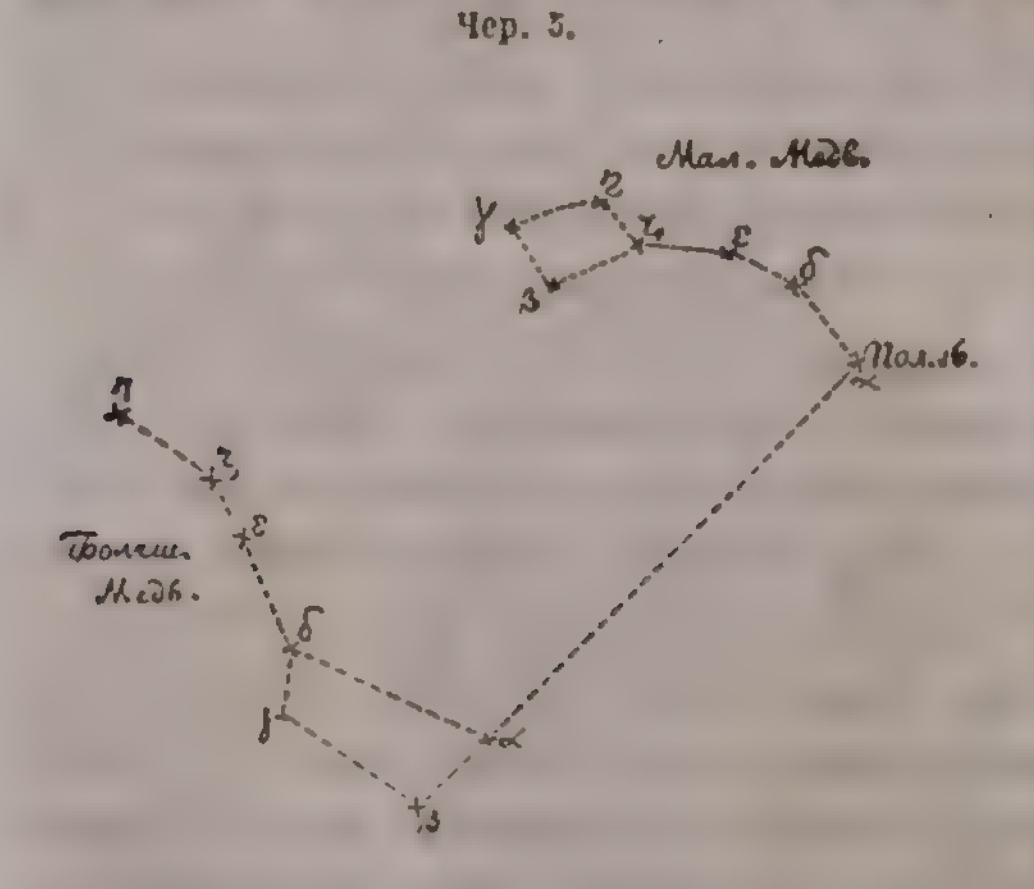
Кромѣ звѣздъ и планетъ на небесномъ сводѣ иногда появляются свѣтила, отличающіяся отъ прочихъ и своимъ внѣшнимъ видомъ и весьма быстрымъ движеніемъ между неподвижными звѣздами; онѣ наз. *кометами*.

7. **Классификація звѣздъ.** Съ перваго взгляда на звѣздное небо можно замѣтить, что не всѣ звѣзды одинаково блестящи; нѣкоторыя сіяютъ весьма яркимъ свѣтомъ, другія свѣтятъ такъ слабо, что ихъ едва можно замѣтить невооруженнымъ глазомъ; на основаніи этой яркости свѣта звѣзды раздѣляютъ на величины. Самыя блестящія звѣзды называются звѣздами 1-й величины; звѣзды, менѣе яркія, чѣмъ первыя, относятъ къ звѣздамъ 2-й величины и т. д. Понятно, что подобное раздѣленіе звѣздъ на величины, основанное только на томъ впечатлѣніи, которое производитъ бо́льшая или меньшая степень блеска, довольно произвольно, и потому неудивительно, что астрономы не совершенно согласны на счетъ числа звѣздъ каждой величины. Обыкновенно считаютъ отъ 15 до 20 звѣздъ первой величины, отъ 50 до 65 второй, около 200 третьей и т. д. Самыя слабыя звѣзды изъ тѣхъ, которыя можно видѣть невооруженнымъ глазомъ, относятъ къ звѣздамъ шестой величины. Общее число звѣздъ первыхъ 6-ти величинъ, видимыхъ простымъ глазомъ въ обоихъ полушаріяхъ небеснаго свода, доходитъ до 5000. Сверхъ того звѣзды, которыя можно видѣть только посредствомъ телескоповъ и которыя поэтому наз. *телескопическими звѣздами*, составляютъ еще 10 величинъ отъ 7-й до 16-й включительно; при этомъ число звѣздъ, относящихся къ какой нибудь величинѣ, возрастаетъ весьма быстро съ увеличеніемъ нумера величины. Чтобы дать объ этомъ нѣкоторое понятіе, замѣтимъ, что звѣздъ 7-й величины считаютъ 1300, 8-й—4000, 9-й—14000. По мнѣнію Гершеля,

число всѣхъ звѣздъ, которыя можно видѣть посредствомъ его сильныхъ телескоповъ, превышаетъ 20 милліоновъ.

8. **Созвѣздія**. Чтобы удобнѣе можно было отличать одну звѣзду отъ другой, ихъ раздѣляютъ на группы, называемыя *созвѣздіями*, изъ которыхъ каждое имѣетъ особенное названіе. Всѣхъ созвѣздій 110. Въ каждой группѣ древніе воображали фигуры людей, животныхъ, или другихъ предметовъ, и каждую звѣзду созвѣздія отличали по тому положенію, которое она занимала въ воображаемой фигурѣ, такъ напр. поясъ Оріона, глазъ Вола и т. п. Астрономы новѣйшаго времени, оставивъ воображаемыя фигуры древнихъ, сохранили только названія созвѣздій, а отдѣльныя звѣзды каждаго созвѣздія стали обозначать по порядку буквами греческой азбуки, начиная съ самой блестящей звѣзды созвѣздія. Впрочемъ нѣкоторыя звѣзды, замѣчательныя по своему блеску, имѣютъ свои особенныя названія; такъ звѣзда α созвѣздія Большаго Пса, самая блестящая звѣзда всего неба, наз. Сиріусъ; α созвѣздія Малаго Пса—Проціонъ, α Лиры—Вега, α Дѣвы—Спика (Колосъ), α Льва—Регулъ, α Оріона—Бетельгейзе, β Оріона—Ригель и проч. Одно изъ наиболѣе замѣчательныхъ и весьма легко распознаваемыхъ

Чер. 5.



созвѣздій нашего неба есть созвѣздіе *Большой Медвѣдицы* (черт. 5). Оно находится всегда надъ нашимъ горизонтомъ и состоитъ изъ 7 свѣтлыхъ звѣздъ; четыре изъ нихъ расположены въ видѣ четыреугольника, къ одному изъ угловъ котораго примыкаютъ остальныя 3 звѣзды, расположенныя въ видѣ ломаной линіи, какъ это видно на чертежѣ. Всѣ эти звѣзды принадлежатъ къ звѣздамъ 2-й

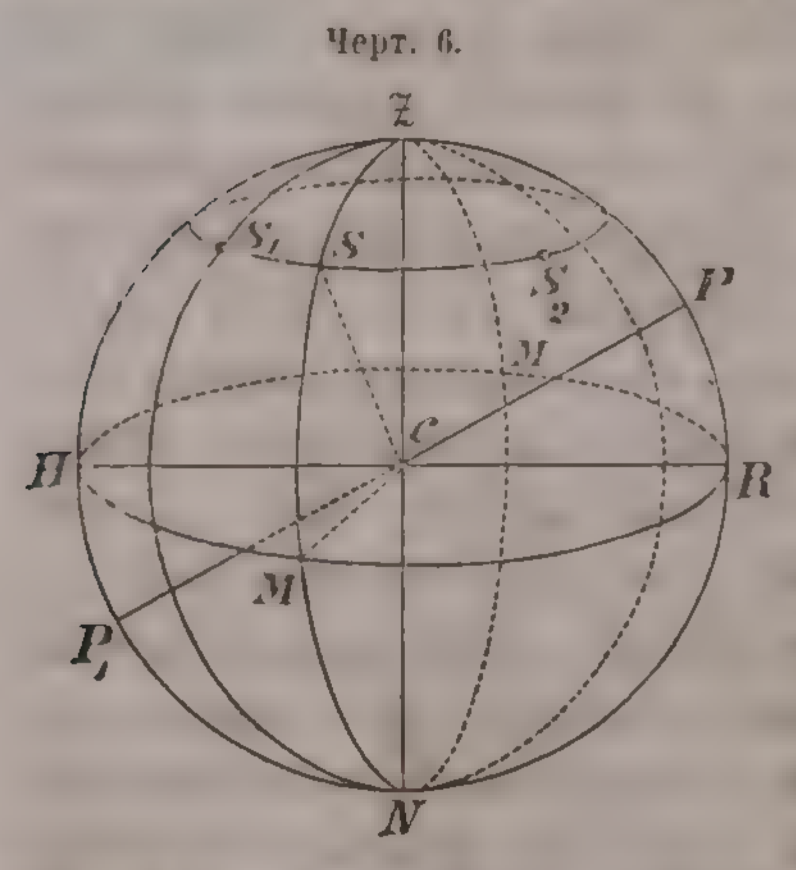
величины, исключая δ, которая относится къ 3-й. Если мысленно провести прямую линію через двѣ крайнія звѣзды α и β Большой Медвѣдицы, то эта прямая встрѣтитъ звѣзду почти 2-й величины, которая принадлежитъ къ созвѣздію, состоящему, какъ и Большая Медвѣдица, также изъ 7 звѣздъ, только менѣе блестящихъ и расположенныхъ въ обратномъ порядкѣ. Звѣзда эта и есть та *полярная звѣзда*, о которой мы говорили выше; а созвѣздіе, къ которому она принадлежитъ, наз. созвѣздіемъ *Малой Медвѣдицы*.

9. Разстояніе звѣздъ отъ земли. Мы сказали уже, что общее движеніе звѣздъ таково, какъ будто бы всѣ онѣ были неподвижно укрѣплены на небесномъ сводѣ и обращались вмѣстѣ съ нимъ. На самомъ дѣлѣ звѣзды не прикрѣплены къ своду; онѣ, какъ мы увидимъ въ послѣдствіи, суть тѣла, отдѣльно разсѣянныя въ пространствѣ и уединенныя другъ отъ друга, а потому разстоянія ихъ отъ земли могутъ быть весьма различны. Двѣ звѣзды, которыя намъ кажутся рядомъ, могутъ находиться въ огромномъ разстояніи другъ отъ друга; мы думаемъ, что онѣ одинаково удалены отъ насъ, потому что ничто намъ не указываетъ, находится ли одна звѣзда ближе къ намъ, или дальше отъ насъ, чѣмъ другая. Мы будемъ поэтому считать пока, что всѣ звѣзды находится отъ насъ въ одинаковомъ разстояніи, и замѣтимъ только то, что это разстояніе чрезвычайно велико въ сравненіи съ діаметромъ земли. Такое заключеніе прямо слѣдуетъ изъ того, что очертаніе созвѣздій и вообще видъ неба остается одинаковъ, съ какого бы мѣста земли мы ни наблюдали ихъ. Въ самомъ дѣлѣ, если бы размѣры земли не были совершенно ничтожны въ сравненіи съ разстояніемъ звѣздъ, то, при измѣненіи мѣста наблюдателя на земной поверхности, въ расположеніи звѣздъ онъ замѣчалъ бы тѣ же перемѣны, которыя замѣчаются въ расположеніи земныхъ предметовъ при приближеніи къ нимъ или удаленіи отъ нихъ. Всякій знаетъ, что разстояніе предметовъ, напр. деревьевъ въ лѣсу, которыя издали кажутся стоящими рядомъ, увеличивается по мѣрѣ приближенія къ нимъ; и наоборотъ разстояніе тѣхъ, отъ которыхъ удаляемся, дѣлается меньше; другими словами—

предметы, находящіеся впереди по направленію движенія, какъ бы удаляются другъ отъ друга; а тѣ, которые находятся назади, сближаются. То же самое должно было бы происходить и съ звѣздами; при движеніи напр. наблюдателя на поверхности земли отъ S къ N, звѣзды, лежащія въ сѣверной части неба, должны были бы раздвигаться; а находящіяся на противоположной сторонѣ неба—сближаться, и слѣд. очертанія созвѣздій должны бы измѣняться. Ничего подобнаго не случается при наблюденіи какого бы то ни было созвѣздія, напр. Большой Медвѣдицы, изъ различныхъ мѣстъ земной поверхности. Очертаніе созвѣздія остается то же самое и точное измѣреніе угловыхъ разстояній звѣздъ, составляющихъ его, показываетъ, что и онѣ не измѣняются. Объяснить эту неизмѣняемость можно только однимъ предположеніемъ, что размѣры земли совершенно ничтожны въ сравненіи съ разстояніемъ звѣздъ отъ нея; другими словами—что земля представляетъ точку среди того пространства, въ которомъ разсѣяны звѣзды.

10. Небесная сфера. Опредѣленіе положенія свѣтилъ относительно горизонта. При опредѣленіи положенія свѣтилъ относительно какой нибудь постоянной плоскости, напр. плоскости горизонта, мы можемъ знать только угловое разстояніе ихъ отъ этой послѣдней, другими словами уголъ, составляемый съ нею лучемъ зрѣнія, идущимъ отъ наблюдателя къ тому или другому свѣтилу. Съ этою цѣлью на основаніи замѣчаній, изложенныхъ въ предъидущемъ параграфѣ, мы воспользуемся слѣдующимъ искусственнымъ геометрическимъ построеніемъ, называемымъ *небесною сферою*. Представимъ себѣ сферу произвольнаго радіуса, въ центрѣ которой находится наблюдатель и вообразимъ, что звѣзды находятся на поверхности

Черт. 6.



ея. Пусть кругъ HZRN (черт. 6) представляетъ сѣченіе этой сферы вертикальною плоскостью, проходящею черезъ мѣсто наблюдателя; а плоскость HR, пересѣкающая сферу по большому кругу — плоскость горизонта. Такъ какъ вертикальная линія перпендикулярна къ плоскости горизонта, то въ нашей сферѣ она будетъ изображаться линіею ZN, перпендикурярною къ плоскости HR; эта линія наз. *линіею зенитовъ*, точки же пересѣченія ея съ поверхностью сферы, одна Z, находящаяся надъ головою наблюдателя, — *зенитомъ*, а другая, противоположная ей, — *надиромъ*.

Если проведемъ кругъ $ZSMNM_1$ черезъ линію зенитовъ и какую нибудь звѣзду S, то дуга SM этого круга, показывающая угловое разстояніе звѣзды S отъ горизонта, наз. *высотою звѣзды*, а дуга SZ — *зенитнымъ разстояніемъ* звѣзды. Но дуга SM измѣряетъ уголъ SCM; поэтому можно сказать, что высотой звѣзды наз. уголъ, составляемый лучемъ зрѣнія, идущимъ отъ наблюдателя къ звѣздѣ, съ плоскостью горизонта.

Такъ какъ всѣ свѣтила S, S_1, S_2......, лежащія на одномъ кругѣ, параллельномъ горизонту, имѣютъ одну и ту же высоту, и слѣд. по одной высотѣ различить ихъ нельзя, то для опредѣленія положенія звѣзды нужно еще знать угловое разстояніе ея отъ какого нибудь постояннаго вертикальнаго круга. Такой кругъ есть $ZPRNP_1H$, проходящій черезъ ось міра PP_1 и линію зенитовъ; онъ наз. *меридіаномъ*. Слово меридіанъ (отъ meridies — полдень) значитъ полуденникъ; онъ получилъ это названіе отъ того, что, проходя черезъ ось міра, онъ дѣлитъ круги, описываемые всѣми свѣтилами, пополамъ, и слѣдоват. когда солнце вступаетъ на него, то въ это время бываетъ полдень. Прямая линія HR, по которой меридіанъ пересѣкается съ горизонтомъ, назыв. *полуденною линіею*; концы H и R полуденной линіи назыв. точками Юга и Сѣвера. Дуга SD, равная по числу градусовъ дугѣ MH, показывающая угловое разстояніе свѣтила отъ меридіана, наз. *азимутомъ* свѣтила. Азимуты считаются обыкновенно по горизонту отъ точки Юга въ обѣ стороны, т. е. къ O и W отъ 0° до 180°.

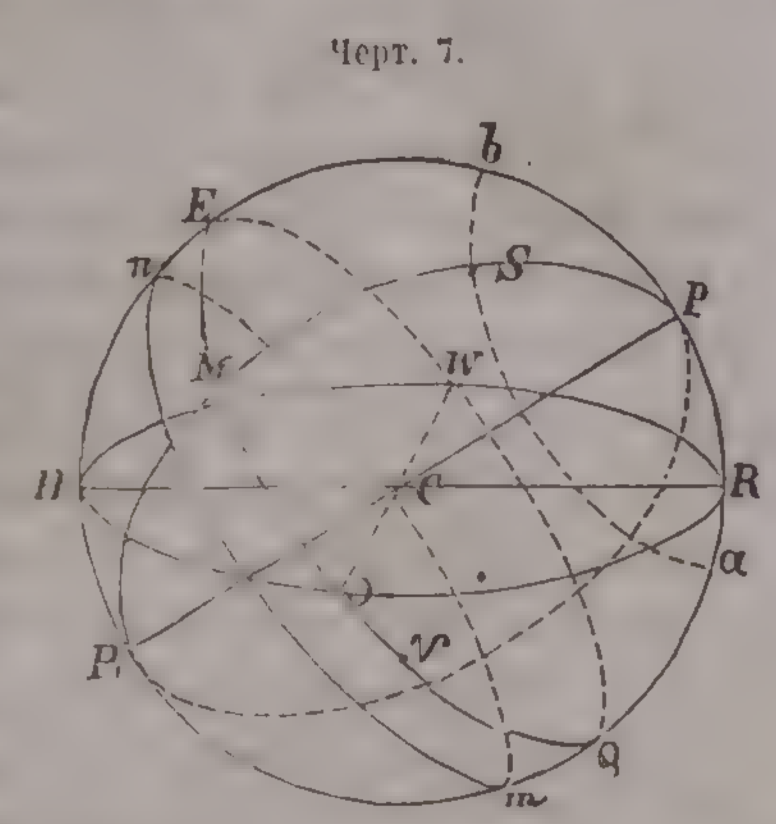
Положеніе самыхъ плоскостей горизонта и меридіана для какого нибудь мѣста земли опредѣлить весьма нетрудно. Такъ какъ линія зенитовъ есть продолженіе земнаго радіуса, а всѣ тѣла при паденіи стремятся къ центру земли, то простой отвѣсъ или нить съ повѣшенной на ней гирькой и показываетъ направленіе линіи зенитовъ. Всякая плоскость, перпендикулярная къ этой линіи, будетъ параллельна горизонту даннаго мѣста; такою плоскостью, какъ извѣстно изъ Физики, можетъ служить свободная поверхность жидкости въ открытомъ сосудѣ. Меридіанъ есть вертикальная плоскость, пересѣкающая горизонтъ по направленію полуденной линіи; поэтому если только опредѣлить эту послѣднюю и провести черезъ нее плоскость, перпендикулярную къ горизонту, то эта плоскость и будетъ представлять меридіанъ. Полуденную же линію можно опредѣлить такимъ образомъ: на открытомъ мѣстѣ поставимъ вертикально прямой прутъ или *гномонъ*; будучи освѣщаемъ солнцемъ, онъ отброситъ въ противоположную сторону тѣнь, длина и положеніе которой будутъ измѣняться по мѣрѣ измѣненія высоты солнца надъ горизонтомъ; чѣмъ выше будетъ солнце, тѣмъ короче тѣнь; сверхъ того до полудня тѣнь будетъ лежать по одну сторону прута, а послѣ полудня по другую. Такъ какъ меридіанъ дѣлитъ дугу, описываемую солнцемъ, пополамъ, то солнце до полудня будетъ подниматься надъ горизонтомъ, послѣ полудня приближаться къ нему, и слѣд. наибольшую высоту будетъ имѣть во время полудня, т. е. находясь на меридіанѣ; тѣнь же гномона въ это время будетъ кратчайшая и будетъ лежать въ плоскости меридіана; такимъ образомъ стоитъ только замѣтить направленіе этой тѣни, чтобы получить направленіе полуденной линіи.

11. Опредѣленіе положенія свѣтилъ на небесномъ сводѣ.

Такъ какъ вслѣдствіе движенія небеснаго свода положеніе свѣтилъ относительно горизонта безпрерывно измѣняется, то хотя высотою и азимутомъ для извѣстнаго момента можно вполнѣ опредѣлить положеніе свѣтила относительно горизонта какого нибудь мѣста, однако по нимъ нельзя еще составить полнаго понятія о мѣстѣ свѣтила на небесномъ сводѣ; а чтобы достиг-

путь этой цѣли, надо умѣть опредѣлять положеніе его относительно такихъ круговъ, которые были бы выбраны въ зависимости отъ движенія небеснаго свода.

Черт. 7.



Мы сказали, что сводъ небесный движется около оси міра, слѣд. плоскости круговъ, описываемыхъ звѣздами, перпендикулярны къ линіи PP_1 и одинъ изъ нихъ, именно кругъ EQ (черт. 7), проходящій черезъ центръ C, будетъ дѣлить небесную сферу на двѣ равныя части; одна изъ нихъ, въ которой находится сѣверный полюсъ, наз. *сѣвернымъ полушаріемъ*; другая, въ которой находится южный полюсъ — *южнымъ полушаріемъ*. Этотъ кругъ назыв. *небеснымъ экваторомъ*. Плоскость его пересѣкаетъ плоскость горизонта по линіи, одна изъ точекъ которой O наз. точкой Востока, а другая W — точкой Запада. Круги *ab*, *mn*...., параллельные экватору, наз. *параллелями*.

Всякая плоскость, проходящая черезъ ось міра PP_1 будетъ перпендикулярна къ плоскости экватора и пересѣчетъ сферу по большому кругу, который наз. *кругомъ склоненій*; такова напр. плоскость PSP_1, проходящая черезъ ось міра и мѣсто свѣтила S (черт. 7). Такъ какъ меридіанъ проходитъ также черезъ ось міра, то онъ будетъ также перпендикуляренъ къ экватору, какъ и круги склоненій; но отличается отъ нихъ тѣмъ, что для каждаго мѣста наблюденія онъ представляетъ плоскость неподвижную при суточномъ обращеніи небеснаго свода; круги же склоненій движутся вмѣстѣ съ сводомъ около оси PP_1; одинъ за другимъ они приходятъ въ совпаденіе съ меридіаномъ и одинъ за другимъ оставляютъ его.

Чтобы опредѣлить положеніе свѣтила S, проведемъ черезъ него кругъ склоненія; пусть онъ пересѣчетъ экваторъ въ точкѣ

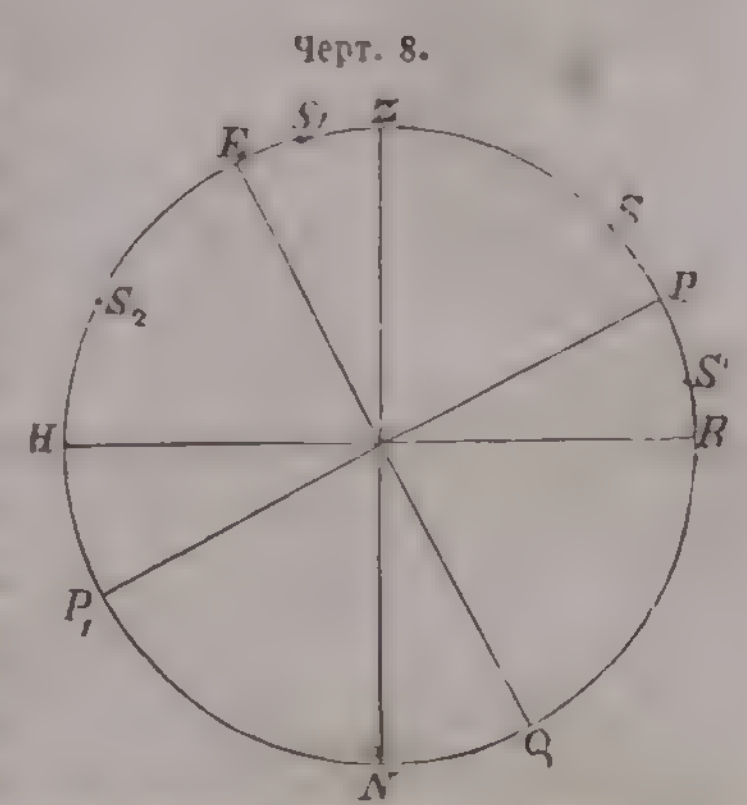
М; дуга SM, выражающая угловое *разстояніе свѣтила отъ экватора, считая его по кругу склоненій*, наз. *склоненіемъ* свѣтила. Но одного склоненія недостаточно для опредѣленія мѣста свѣтила; нужно знать еще разстояніе самаго круга склоненій отъ какой нибудь постоянной точки, взятой на экваторѣ. За такую точку можно было бы принять какую нибудь свѣтлую звѣзду, лежащую на экваторѣ; но условились принимать за нее одну изъ точекъ пересѣченія экватора съ другимъ кругомъ, наз. *эклиптикою*, о которомъ мы будемъ говорить въ послѣдствіи, и положеніе котораго на небесной сферѣ также всегда можетъ быть опредѣлено. Эта точка наз. *точкой весенняго равноденствія* и означается ♈. *Разстояніе круга склоненій отъ этой точки считается по экватору и наз. прямымъ восхожденіемъ свѣтила*; такъ напр. для разсматриваемой звѣзды S прямое восхожденіе есть дуга ♈M. Склоненіе считается отъ 0^0 до 90^0 къ N и S отъ экватора, а прямое восхожденіе по экватору отъ точки ♈ къ O отъ 0^0 до 360^0. Когда кругъ склоненія какой нибудь звѣзды при суточномъ движеніи свода совпадаетъ съ меридіаномъ, то звѣзда проходитъ черезъ меридіанъ, и это прохожденіе наз. *кульминаціею* звѣзды. Высота ея въ этомъ случаѣ наз. меридіональною; для звѣздъ, описывающихъ надъ горизонтомъ неполные круги, меридіональная высота будетъ наибольшая изъ всѣхъ высотъ, которыя имѣетъ звѣзда надъ горизонтомъ наблюдателя: звѣзды, описывающія полные круги, будутъ вступать на меридіанъ два раза и въ одномъ случаѣ будутъ имѣть наибольшую, а въ другомъ наименьшую высоту надъ горизонтомъ; прохожденіе этихъ звѣздъ черезъ меридіанъ въ первомъ случаѣ наз. *верхнею*, а въ послѣднемъ *нижнею кульминаціею*.

12. **Звѣздныя сутки.** Наблюдая послѣдовательно нѣсколько кульминацій одной и той же звѣзды, можно замѣтить, что время, которое проходитъ отъ одной кульминаціи до другой такой же кульминаціи, всегда одно и то же, и слѣд. сводъ небесный дѣлаетъ полный оборотъ на оси постоянно въ одинъ и тотъ же промежутокъ времени, который и наз. *звѣздными сутками*. Онѣ не много (на 4 минуты) менѣе обыкновенныхъ сутокъ и

подобно этимъ послѣднимъ раздѣляются на 24 часа; каждый часъ на 60 минутъ, каждая минута на 60 секундъ; время же, выраженное въ звѣздныхъ суткахъ и ихъ подраздѣленіяхъ, наз. *звѣзднымъ временемъ.*

13. Опредѣленіе склоненій. Склоненіе всякаго свѣтила найти нетрудно, зная положеніе меридіана и наблюдая посредствомъ какого нибудь угломѣрнаго снаряда меридіональную высоту свѣтила.

Черт. 8.



Въ самомъ дѣлѣ пусть кругъ HZRN (черт. 8) представляетъ плоскость меридіана, PP_1 — ось міра, EQ — сѣченіе экватора съ меридіаномъ, Z — зенитъ, S, S_1, S_2 — три звѣзды, изъ которыхъ одна S находится къ сѣверу отъ зенита, двѣ остальныхъ къ югу отъ него и притомъ одна S_1 въ сѣверномъ, а другая S_2 въ южномъ полушаріи.

Изъ чертежа видно, что дуга ZE=PR=высотѣ полюса надъ оризонтомъ, потому что обѣ эти дуги служатъ одной и той же дугѣ ZP дополненіемъ до 90°.

1. Если звѣзда S проходитъ черезъ меридіанъ къ сѣверу отъ зенита, то въ этомъ случаѣ ея склоненіе есть дуга SE=ZE+ +ZS=PR+ZS, т. е. *склоненіе звѣзды равно высотѣ полюса + зенитное разстояніе звѣзды.*

2. Если звѣзда S_1 проходитъ черезъ меридіанъ къ югу отъ зенита, но находится въ сѣверномъ полушаріи, то ея склоненіе есть дуга $S_1E=ZE-ZS_1=PR-ZS_1$, т. е. *склоненіе звѣзды равно высотѣ полюса безъ зенитнаго разстоянія звѣзды.*

3. Наконецъ, если звѣзда S_2 проходитъ къ югу отъ зенита и находится въ южномъ полушаріи, то ея склоненіе есть дуга $ES_2=ZS_2-ZE=ZS_2-PR$, т. е. *склоненіе равно зенитному разстоянію звѣзды безъ высоты полюса.*

Если мы назовемъ d склоненіе звѣзды, z — ея зенитное разстояніе, h — высоту полюса, тогда всѣ три случая могутъ

быть выражены формулою $d=h\pm z$. Знакъ $+$ надо брать тогда, когда звѣзда проходитъ черезъ меридіанъ къ сѣверу отъ зенита; знакъ —, когда она проходитъ къ югу отъ зенита.

Если во второмъ случаѣ склоненіе выходитъ отрицательное, то это значитъ, что звѣзда лежитъ въ южномъ полушаріи.

Чрт. 9.



Такимъ образомъ для опредѣленія склоненія звѣзды надо знать только зенитное разстояніе ея въ меридіанѣ и высоту полюса. Такъ какъ зенитное разстояніе есть дополненіе высоты свѣтила до 90°, то его найти нетрудно, наблюдая меридіональную высоту свѣтила посредствомъ какого нибудь угломѣрнаго снаряда. Такимъ снарядомъ можетъ служить вертикальный кругъ (черт. 9), раздѣленный на градусы, въ плоскости котораго движется зрительная труба на горизонтальной оси, проходящей черезъ центръ О.

Если установимъ кругъ такъ, чтобы плоскость его была вертикальна и проходила черезъ полуденную линію, то труба будетъ двигаться въ плоскости меридіана, и если кромѣ того діаметръ, идущій отъ 0° къ 180°, будетъ горизонталенъ, то наведя трубу на звѣзду и замѣтивъ число градусовъ на кругѣ отъ 0° до оптической оси трубы, найдемъ меридіональную высоту звѣзды. Взявъ же дополненіе этого угла до 90°, опредѣлимъ и зенитное разстояніе.

Подобнымъ наблюденіемъ можно было бы опредѣлять и высоту полюса, еслибы полюсъ представлялъ блестящую точку на которую можно было бы направить трубу. Но такъ какъ этого нѣтъ, то поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Пусть S (черт. 8) будетъ близкая къ полюсу незаходящая звѣзда, тогда по предъидущему можно будетъ опредѣлить высоты ея въ верхней и нижней кульминаціи, т. е. дуги SR и S′R; а зная ихъ, уже не трудно найти высоту полюса PR. Въ самомъ дѣлѣ SR=PR+SP, а S′R=PR—S′P=PR—SP, потому что разсто-

ніе звѣзды отъ полюса остается одно и тоже при суточномъ движеніи свода. Сложивъ эти два уравненія, получимъ $SR+S'R=$ $=2PR$, откуда $PR=\frac{SR+S'R}{2}$, т. е. *высота полюса равна полусуммѣ меридіональныхъ высотъ какой нибудь незаходящей звѣзды.*

14. Опредѣленіе прямыхъ восхожденій. Опредѣлить прямыя восхожденія можно посредствомъ часовъ, наблюдая только прохожденіе различныхъ звѣздъ черезъ меридіанъ. Предположимъ, что начало прямыхъ восхожденій есть какая нибудь звѣзда и слѣд. можно замѣтить время ея кульминаціи; замѣтивъ потомъ время кульминаціи какой-нибудь другой звѣзды, нетрудно будетъ найти время, протекшее между обѣими кульминаціями. Но понятно, что съ того момента, когда начало прямыхъ восхожденій проходило черезъ меридіанъ, до момента вступленія на меридіанъ звѣзды, небесная сфера должна была повернуться около оси міра на уголъ, равный прямому восхожденію этой звѣзды. Найти же величину этого угла не трудно, если извѣстно время, протекшее между этими двумя наблюденіями. Въ самомъ дѣлѣ, въ 24 звѣздныхъ часа небесная сфера проходитъ 360°, слѣд. въ одинъ часъ поворачивается на уголъ въ 24 раза меньшій, т. е. на 15°, въ одну минуту на уголъ въ 60 разъ меньшій 15°, т. е. на 15′, въ одну секунду на 15″. Слѣд. зная число звѣздныхъ часовъ, минутъ и секундъ, протекшихъ со времени кульминаціи начала прямыхъ восхожденій до момента кульминаціи какой нибудь звѣзды, достаточно умножить это число на 15, чтобы имѣть прямое восхожденіе этой послѣдней. Если напр. промежутокъ времени былъ 1 часъ 28 мин. 13.4 сек., то, умножая на 15, найдемъ, что прямое восхожденіе звѣзды есть 22° 3′ 21″.

На самомъ дѣлѣ начало прямыхъ восхожденій не есть такая точка, которую можно было бы наблюдать посредствомъ трубы; но, не смотря на это, можно знать каждый день, въ какое время это начало проходитъ черезъ меридіанъ, такъ же хорошо, какъ и въ томъ случаѣ, когда его можно было бы видѣть. Замѣтимъ, что часы на обсерваторіяхъ, показывающіе

звѣздное время не отъ 0 до 12 часовъ, а отъ 0 до 24 часовъ, устанавливаютъ такъ, что они показываютъ 0 час. 0 мин. 0 сек. въ тотъ моментъ, когда начало прямыхъ восхожденій проходитъ черезъ меридіанъ, и потому, чтобы имѣть прямое восхожденіе звѣзды, надо умножить на 15 время, показываемое часами въ моментъ ея кульминаціи.

15. Небесный глобусъ. Зная прямыя восхожденія и склоненія звѣздъ, можно всѣ созвѣздія изобразить на поверхности шара; такой шаръ наз. *небеснымъ глобусомъ* и даетъ возможность въ маломъ видѣ представить суточное движеніе небеснаго свода и въ нѣсколько минутъ увидать всѣ обстоятельства этого движенія, тогда какъ прямое наблюденіе ихъ потребовало бы довольно долгаго времени.

Возьмемъ шаръ A (черт. 10), который можетъ обращаться около оси PP_1, укрѣпленной концами въ вертикальномъ мѣдномъ кольцѣ MN. Это послѣднее входитъ въ другое горизонтальное кольцо HR, поддерживаемое подставкою C. Чтобы изобразить на этомъ шарѣ въ надлежащихъ мѣстахъ различныя созвѣздія, проведемъ на поверхности его большой кругъ EQ, перпендикулярный къ оси PP_1; этотъ кругъ будетъ представлять экваторъ. Взявъ на этомъ кругѣ произвольную точку O, будемъ считать ее за начало прямыхъ восхожденій, и чтобы опредѣлить на шарѣ мѣсто какой нибудь звѣзды, отложимъ на кругѣ EQ дугу OB, равную прямому восхожденію звѣзды. Черезъ точку B проведемъ большой кругъ PBP_1, перпендикулярный къ экватору; этотъ кругъ будетъ изображать кругъ склоненія звѣзды; отло-

Черт. 10.

жимъ на немъ отъ экватора дугу BS, равную склоненію звѣзды; тогда точка S и будетъ изображать разсматриваемую звѣзду.

Опредѣливъ подобнымъ же образомъ на поверхности глобуса мѣста всѣхъ звѣздъ, съ помощію его мы можемъ представить все движеніе свода въ томъ видѣ, въ какомъ оно происходитъ для наблюдателя въ какомъ нибудь опредѣленномъ мѣстѣ земли, напр. въ Москвѣ. Для этого надобно уставить вертикальную подставку MN такъ, чтобы дуга PR равнялась высотѣ полюса въ томъ мѣстѣ, гдѣ находится наблюдатель, напр. у насъ 55° 45′; тогда кругъ HR будетъ представлять горизонтъ, а кругъ MN меридіанъ мѣста наблюдателя, который долженъ вообразить себя находящимся въ центрѣ. Поворачивая шаръ въ томъ же направленіи, въ какомъ вращается сводъ небесный, можно будетъ видѣть, что каждая звѣзда описываетъ кругъ, послѣдовательно подимаясь и опускаясь надъ кругомъ HR. Однѣ звѣзды, достаточно близкія къ сѣверному полюсу P, не опускаются никогда ниже этого круга, другія наоборотъ бываютъ то выше, то ниже его: онѣ восходятъ на одной сторонѣ его, подпимаются навыше, потомъ опускаются и заходятъ на другой сторонѣ. Наконецъ третьи, лежащія около южнаго полюса P_1, всегда остаются ниже горизонта. При этомъ движеніи каждая звѣзда проходитъ черезъ плоскость круга MN два раза во время полнаго оборота.

Задачи. 1. Какую высоту имѣетъ свѣтило на горизонтѣ?

2. Когда зенитное разстояніе солнца = 90°?

3. Какъ великъ азимутъ звѣзды, движущейся по экватору, при ея восходѣ и заходѣ?

4. Когда азимутъ солнца = 0?

5. Какъ великъ азимутъ незаходящей звѣзды при наибольшей и наименьшей высотѣ ея?

6. Вертикальный стержень h освѣщенъ солнцемъ; длина тѣни его на горизонтальной плоскости — l; найти высоту солнца. *От.* $\operatorname{tg} x = \frac{h}{l}$.

7. Меридіональныя высоты незаходящей звѣзды равны 52° 13′ и 34° 23′. Найти высоту полюса.

8. Тѣнь башни $= \frac{1}{3}$ высоты ея. Опредѣлить высоту солнца. *От.* 71° 33′ 54″.

9. Разстояніе звѣзды отъ полюса = 12° 50′; опредѣлить ея меридіональныя высоты для мѣста, гдѣ высота полюса = 37° 28′. *От.* 50° 18′ и 24° 38′.

10. Въ какомъ разстояніи отъ полюса должны находиться незаходящія звѣзды для мѣста, гдѣ высота полюса = a?

11. Высота полюса = 29°; опредѣлить склоненіе зенита.

12. Какія звѣзды имѣютъ склоненіе = 0?

13. Склоненіе зенита = 30°; найти зенитное разстояніе полюса.

14. Звѣзда проходитъ черезъ меридіанъ къ S отъ зенита и въ разстоянія 13° 27′; высота полюса = 63° 11′; найти склоненіе звѣзды. *От.* 49° 44′.

15. Меридіональная высота звѣзды, проходящей къ S отъ зенита, равна 16° 18′; склоненіе зенита = 55° 17′; найти склоненіе звѣзды. *От.* —18° 25′.

16. Какъ велико склоненіе звѣздъ, описывающихъ цѣлые круги надъ горизонтомъ мѣста, гдѣ высота полюса = a? *От.* Больше 90°—a.

17. Звѣзда проходитъ черезъ меридіанъ въ разстояніи 6° 20′ 13″ къ N отъ зенита; склоненіе зенита = 40° 29′ 12″. Найти склоненіе звѣзды. *От.* 46° 49′ 25″.

18. Склоненіе звѣзды = 29° 14′, а меридіональная высота ея 74° 31′ 2″; найти высоту полюса. *От.* 44° 42′ 58″.

19. На какомъ разстояніи отъ зенита мѣста, гдѣ высота полюса = 49° 11′ 16″, будетъ находится во время кульминаціи звѣзда, которой склоненіе = —10° 26′ 14″? *От.* 59° 37′ 30″.

20. Меридіональныя высоты звѣзды = 47° 34′ и 72° 13′ 59″; найти склоненіе звѣзды. *От.* 77° 40′ 5″.

21. Какъ велико склоненіе звѣздъ, которыя могутъ достигать зенита мѣста, гдѣ высота полюса = 34° 18′?

22. Звѣзда проходитъ черезъ меридіанъ 2 час. 12 мин. 16 сек. послѣ другой; найти разность ихъ прямыхъ восхожденій. *От.* 33° 4′.

23. Звѣзда проходитъ черезъ меридіанъ въ 7 час. 18 мин. 40

сек. звѣзднаго времени; найти ея прямое восхожденіе. *От.* 109° 40′.

24. Прямое восхожденіе звѣзды = 45°; когда она будетъ находится на меридіанѣ?

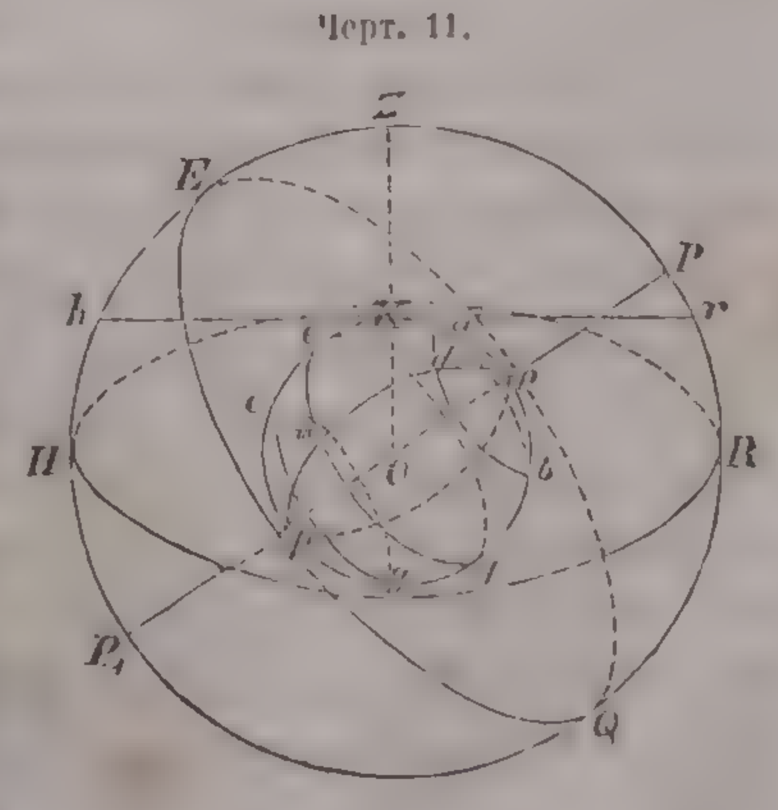
III.

ФИГУРА ЗЕМЛИ.

16. Выше мы видѣли (2, 3), что земля есть тѣло шарообразное: но выведя такое заключеніе, мы дали только приблизительное понятіе о фигурѣ и размѣрахъ земли, не будучи въ состояніи указать, существуютъ или нѣтъ въ видѣ ея уклоненія отъ фигуры совершеннаго шара кромѣ тѣхъ неровностей почвы, которыя, какъ было сказано, совершенно ничтожны въ сравненіи съ размѣрами всей земли. Мы разсмотримъ теперь болѣе точный способъ для опредѣленія фигуры земли, и такъ какъ онъ основывается на измѣреніи разстояній между различными точками земной поверхности, положеніе которыхъ должно быть извѣстно, то мы и перейдемъ къ разсмотрѣнію того, какимъ образомъ опредѣляется положеніе всякаго мѣста на земной поверхности, предполагая однако же, что земля имѣетъ видъ совершеннаго шара.

17. **Круги на земномъ шарѣ.** Для опредѣленія положенія различныхъ мѣстъ на землѣ воображаютъ на ней различные круги, сходные съ кругами небесной сферы.

Черт. 11.



Если вообразимъ земной шаръ O (черт. 11) въ срединѣ небесной сферы такъ, чтобы центры ихъ совпадали, то ось міра PP_1 пересѣчетъ поверхность земли въ двухъ точкахъ p и p_1; эти точки

наз. *полюсами земли*. Одинъ изъ нихъ p, обращенный въ сторону сѣвернаго полюса небесной сферы, наз. *сѣвернымъ*, а противоположный ему p_1—*южнымъ полюсомъ* земли; діаметръ pp_1. соединяющій оба полюса, наз. *земною осью*.

Большой кругъ eq, проходящій черезъ центръ земли перпендикулярно къ оси, наз. *земнымъ экваторомъ*; а малые круги ab, cg,…. паралельные съ нимъ,—*земными параллелями*. Экваторъ дѣлитъ земную поверхность на два полушарія—сѣверное и южное.

Большіе круги pep_1 pmp_1……., проведенные черезъ земную ось и слѣд. перпендикулярные къ экватору, наз. *земными меридіанами*.

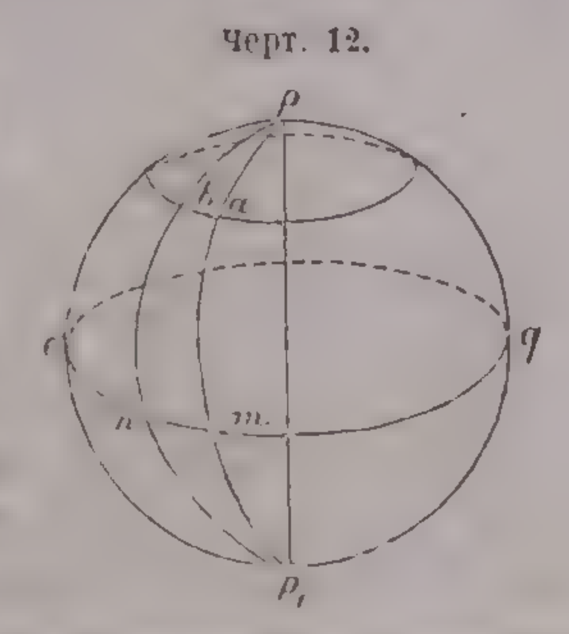
Плоскости большихъ круговъ на землѣ, т. е. экватора и меридіановъ, совпадаютъ съ плоскостями тѣхъ же небесныхъ круговъ и слѣд. представляютъ пересѣченіе послѣднихъ съ земною поверхностью. Въ самомъ дѣлѣ: 1) плоскость экватора земнаго совпадаетъ съ плоскостью экватора небеснаго, потому что обѣ перпендикулярны къ оси міра PP_1 въ одной и той же точкѣ O. 2) Небесный меридіанъ для какого нибудь мѣста земли K есть плоскость, проходящая черезъ ось міра PP_1 и вертикальную линію OKZ, служащую продолженіемъ радіуса OK. и такъ какъ этотъ послѣдній лежитъ въ плоскости земнаго меридіана pKp_1, то слѣд. плоскости меридіановъ земнаго и небеснаго также совпадаютъ.

Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что для всѣхъ мѣстъ земной поверхности, лежащихъ на одномъ меридіанѣ pap_1, небесный меридіанъ имѣетъ одинаковое положеніе на небесной сферѣ и слѣд. для всѣхъ ихъ какое нибудь свѣтило будетъ вступать на меридіанъ въ одно и то же время.

Плоскость HR, проведенная черезъ центръ земли параллельно плоскости видимаго горизонта hr, касательной въ какой нибудь точкѣ земной поверхности, наз. *истиннымъ горизонтомъ*. Такъ какъ размѣры земли совершенно ничтожны въ сравненіи съ разстояніемъ звѣздъ, то звѣзды будутъ имѣть тоже положеніе относительно истиннаго горизонта, какое имѣютъ относительно видимаго.

18. Географическая широта и долгота. Какъ положеніе всякаго свѣтила на сводѣ небесномъ опредѣляется склоненіемъ и прямымъ восхожденіемъ, такъ и положеніе какого нибудь мѣста на поверхности земли опредѣляется *широтою и долготою. Географической широтою* или просто *широтою мѣста наз. число градусовъ, минутъ и секундъ, заключающихся въ дугѣ меридіана, находящейся между этимъ мѣстомъ и экваторомъ. Долготой мѣста наз. угловое разстояніе меридіана этого мѣста отъ другаго опредѣленнаго меридіана, наз. первымъ.* Пусть напр. a (черт. 12) будетъ какое нибудь мѣсто на землѣ, pap_1 — его меридіанъ, pbp_1 — первый меридіанъ; тогда дуга am будетъ широта, а дуга $mn = ab$ — долгота мѣста a. Широта считается отъ 0^0 до 90^0 къ N и S отъ экватора, а долгота считается по экватору къ O и W отъ перваго меридіана, отъ 0^0 до 180^0.

Черт. 12.

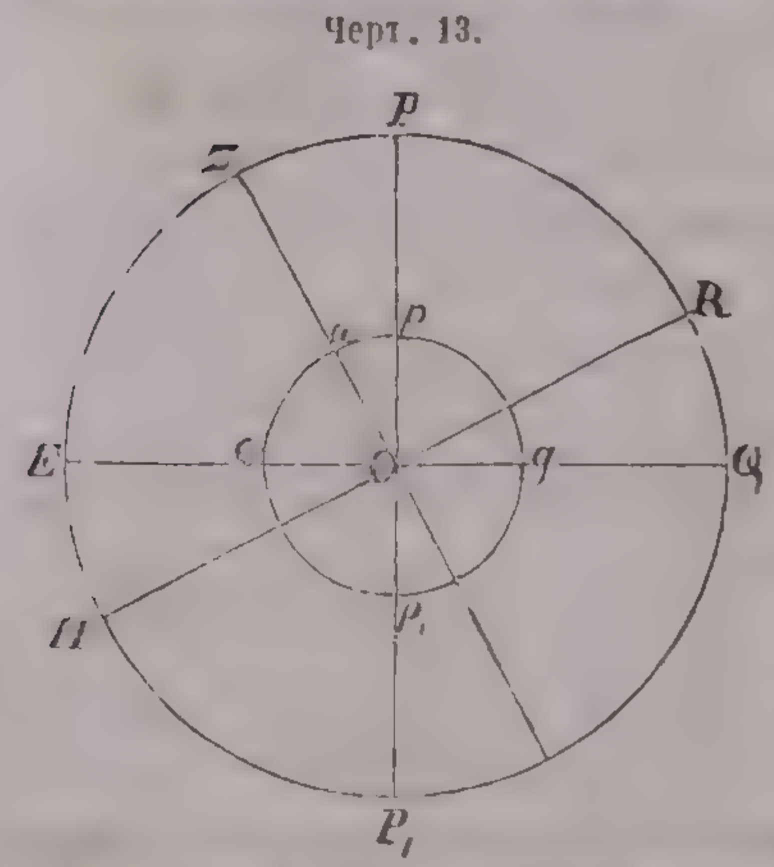


За первый меридіанъ принимали прежде меридіанъ, проходящій черезъ островъ Ферро, принадлежащій къ группѣ Канарскихъ острововъ, такъ какъ до начала 15-го столѣтія это была крайняя западная мѣстность Стараго Свѣта; а въ настоящее время различные народы принимаютъ за начало долготъ различные меридіаны; такъ Французы считаютъ долготы отъ Парижскаго меридіана, Англичане отъ Гринвичскаго, Русскіе отъ меридіана Пулковской обсерваторіи. По этому при обозначеніи долготы мѣста всегда нужно прибавлять, отъ какого меридіана она считается. Впрочемъ, зная долготу мѣста относительно одного меридіана, нетрудно найти ее относительно другаго, если только извѣстна долгота этого послѣдняго относительно того, отъ котораго считали прежде. Напр. долгота Петербурга отъ Ферро$=47^0$ $58'$ O, (знакъ O показываетъ, что Петербургъ лежитъ къ востоку отъ Ферро), а долгота Гринвича отъ Ферро$=17^0$ $40'$ O; чтобы найти долготу Петербурга отъ Гринвича, надо 17^0 $40'$ вычесть изъ 47^0 $58'$ и слѣд. эта дол-

гота=30° 18′ 0. Долгота Вашингтона отъ Ферро=59° 22′W, а долгота Гринвича отъ Ферро=17° 40′ 0; чтобы найти долготу Вашингтона относительно Гринвичскаго меридіана, надо эти числа сложить, а не вычесть, какъ въ предъидущемъ примѣрѣ, такъ какъ Вашингтонъ лежитъ къ W отъ Ферро, а Ферро къ W отъ Гринвича; получимъ 72°2′W.

19. Опредѣленіе широты мѣста. Изъ чертежа 13 видно, что широта мѣста *a* или дуга *ae* равна по числу градусовъ дугѣ ZE, потому что обѣ онѣ измѣряютъ одинъ и тотъ же уголъ ZOE; но ZE есть склоненіе зенита даннаго мѣста, которое, какъ мы знаемъ, равно высотѣ полюта надъ горизонтомъ, т. е. дугѣ PR. *Слѣд. географическая широта какого нибудь мѣста равна высотѣ полюса надъ горизонтомъ этого мѣста.*

Черт. 13.

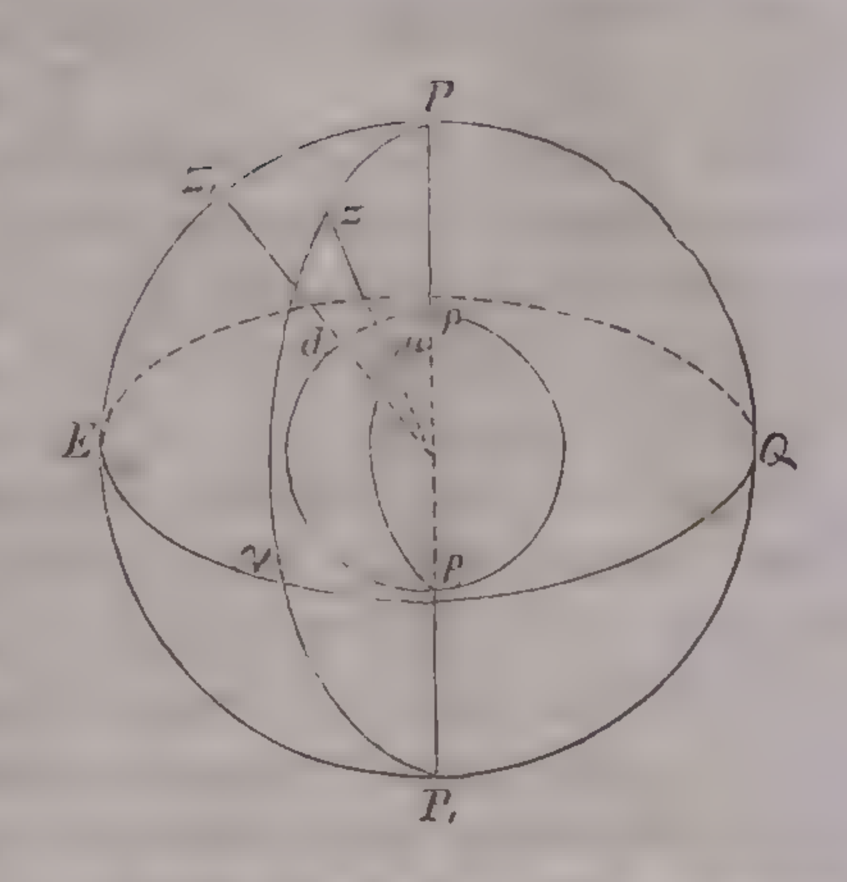


20. Опредѣленіе долготы мѣста. Всѣ способы опредѣленія долготы основаны на точномъ измѣреніи времени. За единицу времени, какъ намъ извѣстно, принимаются звѣздныя сутки и за начало ихъ астрономы условились считать тотъ моментъ, когда вступаетъ на меридіанъ мѣста начало прямыхъ восхожденій. Это послѣднее для всѣхъ мѣстъ, лежащихъ на одномъ земномъ меридіанѣ, будетъ вступать на меридіанъ въ одно и то же время; но для мѣстъ земли лежащихъ на разныхъ меридіанахъ, этого не будетъ.

Пусть *a* и *d* (черт. 14) представляютъ два мѣста, лежащія на меридіанахъ pap_1 и pdp_1; если Z и Z_1 ихъ зениты, то PZP_1 и PZ_1P_1 будутъ соотвѣтствующіе имъ небесные меридіаны. Когда начало ♈ прямыхъ восхожденій вступаетъ на меридіанъ мѣста *a*, то въ этомъ мѣстѣ начинаются новыя звѣздныя сутки; но для мѣста *d*, лежащаго къ W отъ *a*, эта точка еще не пришла на меридіанъ, и слѣд. новыя сутки еще не начались,

а начнутся тогда, когда вслѣдствіе обращенія небеснаго свода отъ O къ W начало прямыхъ восхожденій вступитъ на меридіанъ мѣста *d*; а такъ какъ каждая точка свода при суточномъ вращеніи его проходитъ въ часъ 15°, въ 1 мин. 15′, въ 1 секунду 15″, то между началомъ звѣздныхъ сутокъ въ мѣстѣ *a* и началомъ звѣздныхъ сутокъ въ *d* пройдетъ тѣмъ больше

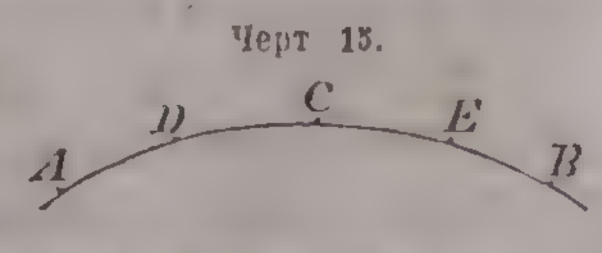
Черт. 14.



времени, чѣмъ больше уголъ между плоскостями меридіановъ pap_1 и pdp_1; а этотъ уголъ есть разность долготъ мѣстъ *a* и *d*; если онъ равенъ 15°, то звѣздныя сутки для мѣста *d* начнутся часомъ позднѣе, чѣмъ въ *a*, и слѣд. для наблюдателей, находящихся въ этихъ мѣстахъ земли, должна существовать разность въ счетѣ времени; когда одинъ считаетъ 12 часовъ, другой въ это время считаетъ только 11. Поэтому, если бы мы могли опредѣлить разность между временемъ, считаемымъ въ какой нибудь моментъ въ двухъ мѣстахъ земли *a* и *d*, то нашли бы разность долготъ этихъ двухъ мѣстъ, умноживъ разность временъ на 15. Такимъ образомъ задача объ опредѣленіи долготъ мѣстъ приводится къ тому, чтобы узнать разность временъ, считаемыхъ въ одинъ моментъ въ двухъ мѣстахъ; для этого существуетъ нѣсколько способовъ.

Если оба мѣста A и B (черт. 15) находятся не на очень большомъ разстояніи другъ отъ друга, то въ какомъ нибудь мѣстѣ C, лежащемъ между ними и видимомъ изъ обоихъ мѣстъ, производятъ какой нибудь ясный и удобный для наблюденія сигналъ, напр. зажигаютъ порохъ. Наблюдатели, находящіеся въ A и B, поставивъ предварительно каждый свои часы по своему звѣздному времени, замѣчаютъ мо-

Черт 15.



ментъ воспламененія, каждый по своимъ часамъ. Разность замѣченныхъ временъ, будучи умножена на 15, дастъ разность долготъ мѣстъ A и B.

Если мѣста A и B отстоятъ другъ отъ друга на значительное разстояніе, то выбираютъ между ними не одну, а нѣсколько промежуточныхъ станцій, напр. D, C, E и опредѣляютъ сначала разность долготъ мѣстъ A и C, потомъ C и B и наконецъ уже разность долготъ A и B.

Если оба мѣста соединены электрическимъ телеграфомъ, то можно воспользоваться имъ для опредѣленія разности долготъ этихъ мѣстъ. Такъ какъ скорость электричества такъ велика, что гальваническій токъ можетъ пробѣжать вокругъ земли почти въ $^1/_5$ секунды, то можно допустить, что сигналъ передается по электрическому телеграфу изъ одного мѣста земли въ другое почти мгновенно.

Если наблюдатель, дѣлающій сигналъ, замѣчаетъ по своимъ часамъ моментъ его отправленія, а другой по своимъ часамъ моментъ его полученія, то разность временъ даетъ разность долготъ. Этотъ весьма точный способъ былъ употребляемъ въ послѣднее время съ успѣхомъ въ Америкѣ и въ Европѣ.

Если оба мѣста отстоятъ слишкомъ далеко другъ отъ друга, такъ что нельзя употребить способъ сигналовъ, и если мѣста не соединены электрическимъ телеграфомъ, то прибѣгаютъ къ наблюденію небесныхъ явленій. Не входя въ подробности, мы замѣтимъ, что есть нѣкоторыя небесныя явленія, какъ напр. затмѣнія луны, спутниковъ Юпитера, покрытіе звѣздъ луною, которыя происходятъ одновременно для всѣхъ мѣстъ земной поверхности, поэтому онѣ могутъ служить отличными сигналами для опредѣленія разности долготъ.

Наконецъ есть еще одинъ способъ, который можетъ быть употребляемъ всегда: это перевозка хронометровъ. Установивъ хронометръ по звѣздному времени одного мѣста и перевезя его въ другое, можно прямо сравнить его показанія съ показаніемъ звѣздныхъ часовъ втораго мѣста и изъ этой разности вывести разность долготъ обоихъ мѣстъ. Разумѣется, точность результатовъ въ этомъ случаѣ зависитъ главнымъ образомъ отъ не-

измѣняемости хода употребляемаго хронометра; но такъ какъ этотъ способъ очень удобенъ, то онъ чаще другихъ употребляется при морскихъ путешествіяхъ

21. Мы сказали, что всякому мѣсту на землѣ соотвѣтствуетъ свое звѣздное время; тоже должно сказать и о солночномъ. Въ гражданской жизни часы считаются по солнцу, и мы называемъ полднемъ тотъ моментъ, когда солнце вступаетъ у насъ на меридіанъ. Если солнце вступаетъ у насъ на меридіанъ, то въ мѣстахъ, лежащихъ къ O, оно уже прошло черезъ меридіанъ, а въ мѣстахъ, лежащихъ къ W, еще не дошло до меридіана. Такъ, когда въ Москвѣ полдень, въ Петербургѣ $11\frac{1}{2}$ часовъ; въ Лондонѣ 8 часовъ утра, на островѣ Ситхѣ полночь и т. д. Отъ разности времени въ разныхъ мѣстахъ земнаго шара зависитъ слѣдующее замѣчательное обстоятельство. Если объѣхать землю кругомъ въ направленіи съ O на W, то возвратившись назадъ, мы будемъ считать однимъ днемъ меньше противъ того времени, которое считается въ томъ мѣстѣ, откуда мы выѣхали, и наоборотъ причитаемъ лишній день, если будемъ ѣхать отъ W къ O. Для объясненія этого положимъ, что путешественникъ, выѣхавши изъ какого нибудь мѣста въ полдень, подвигается къ W съ такою же скоростью, съ какою солнце движется вмѣстѣ съ небеснымъ сводомъ вокругъ земли. При этомъ предположеніи онъ объѣдетъ землю кругомъ въ 24 часа и будетъ видѣть солнце постоянно въ меридіанѣ; а слѣд. по возвращеніи на мѣсто онъ будетъ считать полдень того же дня, въ который онъ выѣхалъ; между тѣмъ въ мѣстѣ отъѣзда пройдутъ цѣлыя сутки, солнце успѣетъ закатиться, взойти опять и наступитъ полдень слѣдующаго дня. Такимъ образомъ онъ какъ бы потеряетъ одинъ день. Если же путешественникъ поѣдетъ съ O на W съ меньшою скоростію, то все таки онъ день потеряетъ; въ самомъ дѣлѣ положимъ, что по истеченіи нѣкотораго времени онъ пріѣдетъ въ мѣсто, которое отстоитъ по долготѣ на 30° къ W отъ мѣста отъѣзда A. Поэтому, когда въ мѣстѣ A будутъ считать полдень, онъ будетъ считать полдень безъ 2-хъ часовъ, т. е. 10 часовъ. Когда путешественникъ пріѣдетъ въ мѣсто, отстоящее по долготѣ на 90° къ W отъ

мѣста А, то въ то время, когда въ А будутъ считать полдень, онъ будетъ считать полдень безъ 6 часовъ, или 6 часовъ утра. Удалившись на 180° къ W отъ А, онъ будетъ считать еще полночь когда въ мѣстѣ А будутъ считать уже полдень, т. е. полусутками меньше. При разности долготъ въ 270° онъ будетъ считать 18-ю часами меньше противъ того времени, которое будутъ считать въ мѣстѣ А, и наконецъ вернувшись въ мѣсто А, онъ будетъ считать 24-мя часами или цѣлыми сутками меньше. Наоборотъ, еслибы путешественникъ ѣхалъ къ O съ тою же скоростью, съ какою движется солнце, то выѣхавши въ полдень, онъ въ теченіе 24 часовъ два раза находился бы на сторонѣ земли, противоположной съ солнцемъ, и два раза солнце было бы у него въ меридіанѣ; слѣд. онъ видѣлъ бы два раза восходъ и заходъ солнца и считалъ бы двое сутокъ въ то время, когда въ мѣстѣ отъѣзда прошли только одни сутки. Такимъ образомъ онъ присчиталъ бы одинъ день лишній. То же самое случилось бы и тогда, когда бы онъ ѣхалъ къ O и съ меньшею скоростью. При передвиженіи его къ O на 15°, онъ считалъ би часъ по полудни, въ то время, когда въ мѣстѣ отъѣзда считали бы полдень; проѣхавши еще 15°, онъ считалъ бы уже 2 часа и т. д. Эти разности и составятъ цѣлые 24 часа или сутки, когда онъ сдѣлаетъ полный оборотъ и вернется въ мѣсто отъѣзда.

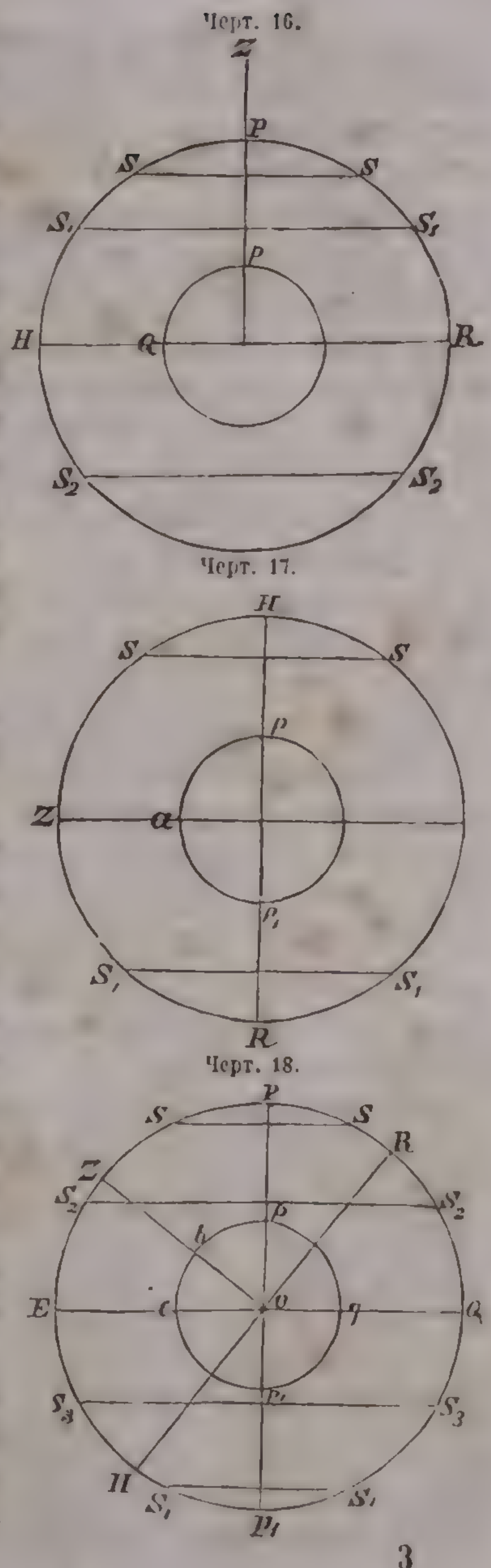
22 **Видъ суточнаго вращенія небеснаго свода въ различныхъ мѣстахъ земли.** Суточное движеніе небеснаго свода представляется не съ одинакими подробностями относительно горизонта различныхъ мѣстъ земной поверхности; видъ его измѣняется вмѣстѣ съ широтой мѣста.

Для наблюдателя, находящагося на одномъ изъ полюсовъ земли *p* (черт. 16), соотвѣтствующій полюсъ міра P будетъ въ зенитѣ, небесный экваторъ совпадаетъ съ горизонтомъ; поэтому всѣ звѣзды одного полушарія постоянно видимы, а другаго — невидимы. Круги, описываемые звѣздами, параллельны горизонту и слѣд. ни одна звѣзда не будетъ ни восходить ни заходить.

Для наблюдателя, находящагося въ какой нибудь точкѣ *a*

земнаго экватора (черт. 17). полюсы міра будутъ на горизонтѣ HR, и какъ всѣ звѣзды описываютъ круги, перпендикулярные къ оси міра, то онѣ будутъ двигаться перпендикулярно къ горизонту и каждая изъ нихъ будетъ оставаться столько же времени надъ горизонтомъ, сколько и подъ нимъ; таково же будетъ и движеніе солнца; поэтому *на экваторѣ всегда день равенъ ночи*; отсюда произошло и самое названіе этого круга (равноденникъ).

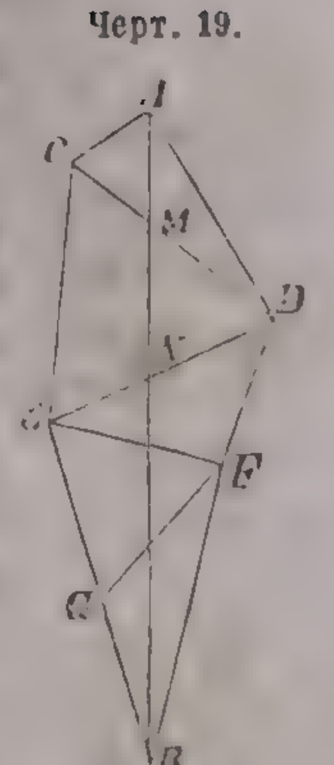
Для наблюдателя, находящагося въ какой нибудь точкѣ *b* (чер. 18) между полюсомъ и экваторомъ, ось міра PP_1 будетъ составлять съ горизонтомъ нѣкоторый уголъ POR, который будетъ измѣняться съ широтой мѣста. Звѣзда S будетъ описывать полный кругъ надъ горизонтомъ, S_1 будетъ вовсе не видима, а S_2 и S_3 будутъ восходить и заходить. Плоскости круговъ, описываемыхъ звѣздами, будутъ наклонены къ горизонту.



23. Измѣреніе градусовъ меридіана. Такъ какъ всякое сѣченіе шара плоскостью есть кругъ, то для точнаго опредѣ-

нія фигуры земли необходимо измѣрить длину градуса въ различныхъ мѣстахъ какого нибудь меридіана, а также и какой нибудь параллели, и если градусы меридіана будутъ имѣть вездѣ одинакую длину, равнымъ образомъ всѣ градусы параллели будутъ равны между собою, то слѣдуетъ заключить, что меридіаны и параллели суть круги, а потому земля имѣетъ фигуру совершеннаго шара. Для опредѣленія длины одного градуса меридіана стоитъ только изъ какого нибудь мѣста земли перейдти по этому кругу въ другое, котораго широта на 1° больше или меньше перваго, и измѣрить пройденное пространство какой нибудь линейной единицей. Первая попытка измѣрить длину дуги меридіана принадлежитъ Греческому астроному Эратосѳену, жившему за 270 лѣтъ до Р. Х. Ему было извѣстно, что въ Египетскомъ гор. Сіеннѣ во время должайшаго дня солнце бываетъ видно въ самыхъ глубокихъ колодцахъ, т. е. находится въ зенитѣ, тогда какъ въ тоже время въ Александріи оно отстоитъ отъ зенита на $^1/_{50}$ часть окружности или на 7° 12′. Полагая, что Сіенна лежитъ на одномъ меридіанѣ съ Александріей, хотя на самомъ дѣлѣ она нѣсколько восточнѣе, и основываясь на показаніяхъ путешественниковъ, что разстояніе между этими городами = 5000 стадій, онъ опредѣлилъ длину 1° въ 700 стадій и длину всей окружности меридіана въ 252000 стадій. Изслѣдованія Бальи относительно величины стадіи показали, что найденная Эратосѳеномъ величина довольно близко подходитъ къ истинной.

Непосредственное измѣреніе длины дуги меридіана можетъ быть произведено прямо на поверхности земли только въ исключительныхъ случаяхъ, когда мѣстность позволяетъ сдѣлать это; такъ въ Америкѣ астрономы Мэзонъ и Диксонъ измѣрили непосредственно дугу меридіана въ 1° 28′ 45″; но въ большинствѣ случаевъ мѣстность не допускаетъ прямаго измѣренія по причинѣ неровностей почвы, и потому обыкновенно употребляютъ способъ *тріангуляціи*. Положимъ, что желаютъ измѣрить длину дуги AB меридіана, проходящаго черезъ мѣсто A (черт. 19). Опредѣливъ направленіе полуденной линіи AB, выбираютъ вблизи ея нѣсколько высокихъ предметовъ C, D, E ..., и соединяя ихъ прямыми линіями, получаютъ сѣть треугольниковъ, пересѣкаемыхъ меридіаномъ. Одну сторону какого ни-



Черт. 19.

будь треугольника, напр. AC, называемую *базисомъ*, и углы всѣхъ треугольниковъ измѣряютъ непосредственно, а затѣмъ по формуламъ Тригонометріи вычисляютъ другія стороны треугольниковъ, а также длины AM, MN.... частей дуги меридіана; сложивъ всѣ эти части, получаютъ длину всей дуги AB. Кромѣ этого опредѣляютъ широты мѣстъ A и B; разность ихъ дастъ величину измѣренной дуги въ градусахъ и частяхъ ихъ. Раздѣливъ вычисленную въ линейныхъ мѣрахъ величину дуги на число градусовъ, найдемъ длину одного градуса.

Первое точное измѣреніе градуса меридіана произведено было во Франціи Пикаромъ въ 1669 г. между Парижемъ и Аміеномъ; въ 1700 году эта дуга была продолжена Кассини до Пиренеевъ; въ 1735 г. были посланы изъ Парижа двѣ экспедиціи — одна, состоявшая изъ Бугера и Кондамина, въ Перу для измѣренія дуги меридіана близъ экватора; другая, состоявшая изъ Клеро и Мопертюи, въ Лапландію для измѣренія дуги, близкой къ полюсу. Въ послѣдствіи было произведено много градусныхъ измѣреній и притомъ въ различныхъ мѣстахъ земли, именно въ Англіи, Ганноверѣ, Даніи, Россіи (гдѣ подъ руководствомъ знаменитаго В. Струве измѣрена наибольшая дуга—въ 23°—отъ Торнео до Измаила), въ Остъ-Индіи и въ Пруссіи. Всѣ такія измѣренія показали, что градусы одного и того же меридіана не равны между собою, а *длина ихъ увеличивается отъ экватора къ полюсамъ*. Такъ вблизи экватора длина 1°—103,59 верстъ, подъ широтой 45°=104,12 верстъ и близь полюса 104,64 версты.

24. **Фигура земли**. Изъ предъидущаго слѣдуетъ, что каждый меридіанъ не есть кругъ, а какая-то другая кривая линія. Чтобы получить понятіе о формѣ меридіановъ, замѣтимъ, что изъ двухъ дугъ, содержащихъ одинаковое число градусовъ, длиннѣе будетъ та, которой радіусъ больше; большую же кривизну будетъ имѣть дуга меньшаго радіуса, и потому меридіанъ можно разсматривать какъ кривую линію, которой кривизна уменьшается отъ экватора къ полюсамъ. Болѣе точныя изслѣ-

дованія показываютъ, что меридіаны имѣютъ форму *эллипсиса*, кривой, которая получается при пересѣченіи прямаго конуса плоскостью, наклонною къ его оси. Эта кривая имѣетъ слѣдующее свойство: внутри ея, на самомъ большомъ ея діаметрѣ, называемомъ *большою осью*, находятся двѣ точки F и F_1 (черт. 20), сумма разстояній которыхъ отъ каждой точки эллипсиса равна большой оси. Такъ $FM + F_1M = AB$, $FN + F_1N = AB$ и т. д. Точки F и F_1 наз. *фокусами*, а разстоянія ихъ отъ какой нибудь точки эллипсиса — *радіусами векторами*. Основываясь на вышеупомянутомъ свойствѣ, легко начертить эллипсисъ. Для этого берутъ нитку, длина которой должна равняться большой оси предполагаемаго эллипсиса, укрѣпляютъ ее въ двухъ точкахъ, которыя должны быть фокусами, и заставляютъ карандашъ скользить по нити такъ, чтобы нить была постоянно натянута; начерченная такимъ образомъ кривая и будетъ эллипсисъ. Діаметръ CD, проходящій чрезъ средину O большой оси и перпендикулярный къ ней, наз. *малою осью*; отношеніе $\frac{OF}{AO}$ наз. *эксцентрицитетомъ*, и чѣмъ оно больше, тѣмъ эллипсисъ продолговатѣе; а чѣмъ меньше — тѣмъ ближе эллипсисъ подходитъ къ кругу, такъ что если эксцентрицитетъ $= 0$, то оба фокуса сольются съ центромъ O и эллипсисъ обратится въ кругъ. Такъ какъ всѣ меридіаны имѣютъ форму эллипсисовъ, а измѣреніе градусовъ экватора и параллелей показало, что они суть круги, то нужно предположить, что земля есть тѣло вращенія, происходящее отъ обращенія полуэллипсиса около малой его оси. Такое тѣло имѣетъ видъ сфероида, сплюснутаго у полюсовъ и растянутаго подъ экваторомъ, и наз. *эллипсоидомъ вращенія*.

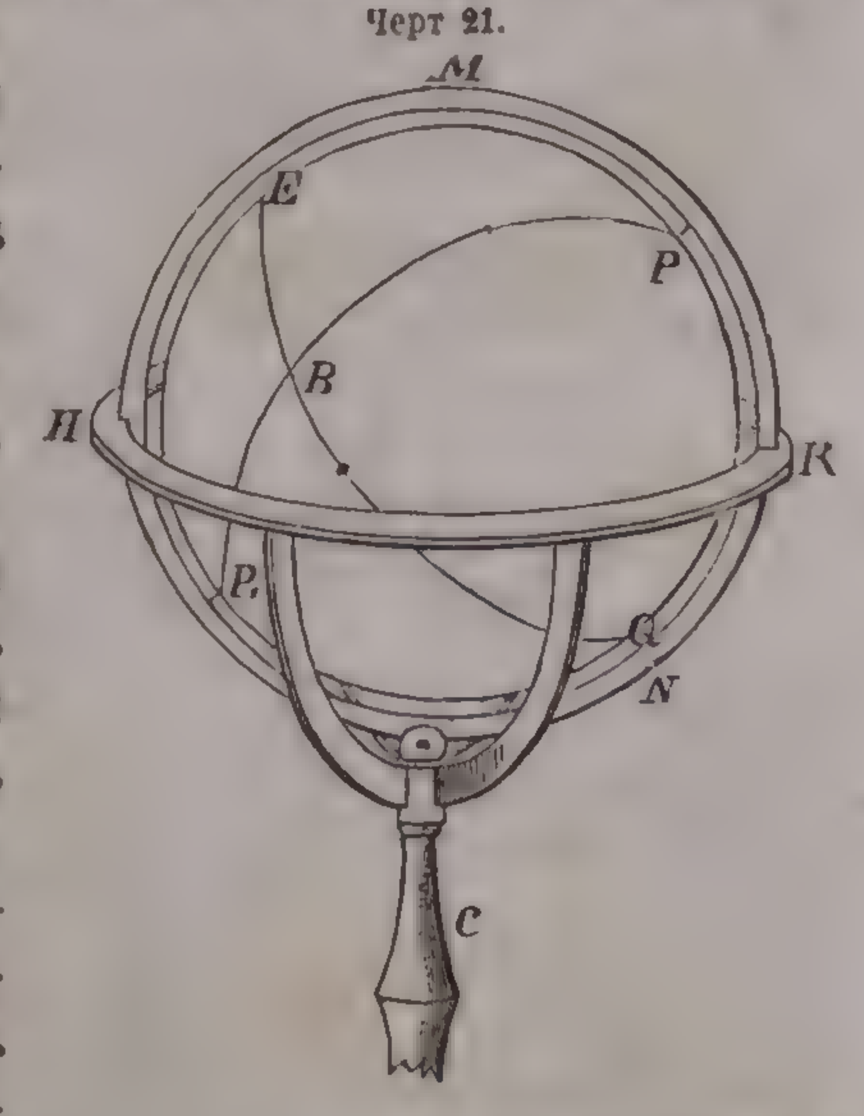
Черт. 20.

25. Сжатіе земли. Изъ вычисленій найдено, что радіусъ зем-

наго эллипсоида на экваторѣ=859 геогр. миль, а радіусъ его подъ полюсами или земная полуось = 856 геогр. м. Отношеніе разности обоихъ радіусовъ къ радіусу экватора наз. *сжатіемъ земли*; оно равно $^1/_{300}$. Это значитъ, что если мы раздѣлимъ радіусъ экватора на 300 равныхъ частей, то земная полуось будетъ содержать такихъ частей 299. Это сжатіе такъ мало, что если бы взяли шаръ въ $2^1/_2$ фута въ діаметрѣ, то разность между обоими діаметрами была бы меньше одной линіи; такимъ образомъ безъ значительной погрѣшности можно принимать землю за шаръ, котораго радіусъ=858 г. м.; поверхность земли $=4\pi r^2=9250000$ кв. м.; объемъ земли$=^4/_3\pi r^3=2646000000$ куб. миль.

26. **Земной глобусъ.** Чтобы имѣть вѣрное изображеніе земной поверхности, берутъ шаръ, имѣющій ось PP_1 (черт. 21), около которой онъ можетъ обращаться и которая своими концами укрѣплена въ вертикальномъ мѣдномъ кольцѣ MN. Это послѣднее входитъ въ другое, горизонтальное, кольцо HR, поддерживаемое подставкою C. Такой шаръ наз. *земнымъ глобусомъ*, и чтобы изобразить на немъ различныя мѣста земной поверхности, поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Прежде всего на шарѣ чертятъ большой кругъ, перпендикулярный къ оси; онъ будетъ изображать экваторъ. Потомъ проводятъ большіе круги, перпендикулярные къ экватору; они будутъ изображать меридіаны. Одинъ изъ нихъ принимаютъ за первый и считая отъ него долготы по экватору, а широты отъ экватора по меридіанамъ, означаютъ на глобусѣ различныя мѣста земной поверхности и получаютъ та-

Черт 21.



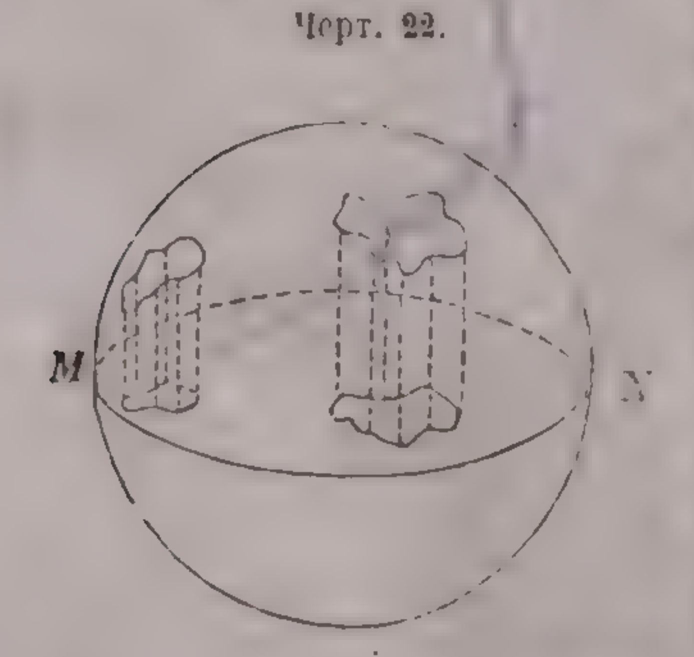
кимъ образомъ на немъ изображенія материковъ, океановъ, рѣкъ, городовъ и проч.

27. **Географическія карты.** Такъ какъ глобусъ имѣетъ обыкновенно небольшіе размѣры, то посредствомъ него можно дать понятіе только объ очеркахъ странъ; а чтобы можно было познакомиться съ подробностями какой нибудь страны, надо изобразить ее въ большомъ видѣ на плоскости. Такія изображенія наз. *географическими картами*. Такъ какъ поверхность шара не можетъ быть развернута въ плоскость, то понятно, что очертанія различныхъ мѣстъ земной поверхности, изображенныхъ на картѣ, будутъ нѣсколько разниться отъ дѣйствительныхъ очертаній этихъ мѣстъ на землѣ или на глобусѣ. При черченіи географическихъ картъ стараются, чтобы эти измѣненія были по возможности меньше и для этой цѣли существуютъ нѣсколько способовъ или, какъ ихъ называютъ, *проекцій*.

28. **Ортографическая проекція.** Чтобы изобразить всю поверхность земли на плоскости, воображаютъ, что земля раздѣлена на два полушарія плоскостью, проходящею черезъ центръ, и поверхности каждаго изъ этихъ полушарій чертятъ на плоскости одну рядомъ съ другой. Такая карта наз. *плоскошаріемъ* (mappemonde).

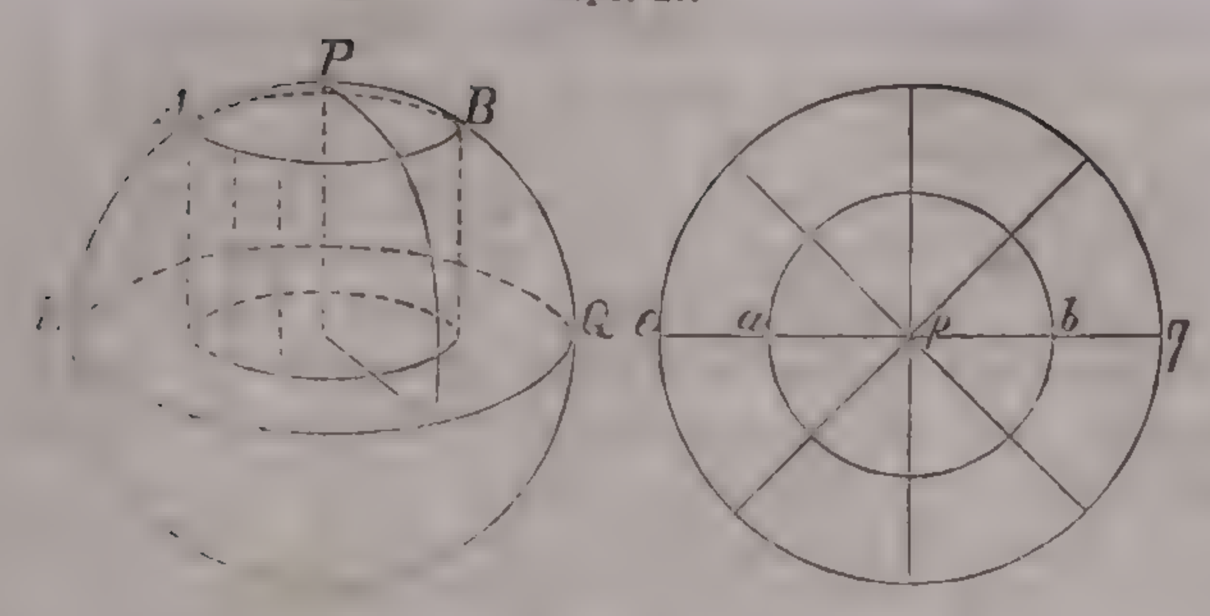
Для изображенія каждаго изъ полушарій предположимъ, что изъ каждой точки его (черт. 22) опущены перпендикуляры на плоскость MN, проходящую черезъ центръ. Основанія этихъ перпендикуляровъ и представятъ на плоскости MN изображенія всѣхъ точекъ, лежащихъ на этомъ полушаріи. При такомъ способѣ черченія картъ, назыв. *ортографическою проекціею*, круги, воображаемые на земной поверхности, будутъ на картѣ имѣть различный видъ, смотря потому, какова будетъ плоскость MN, на которую мы опускаемъ перпендикуляры.

Черт. 22.



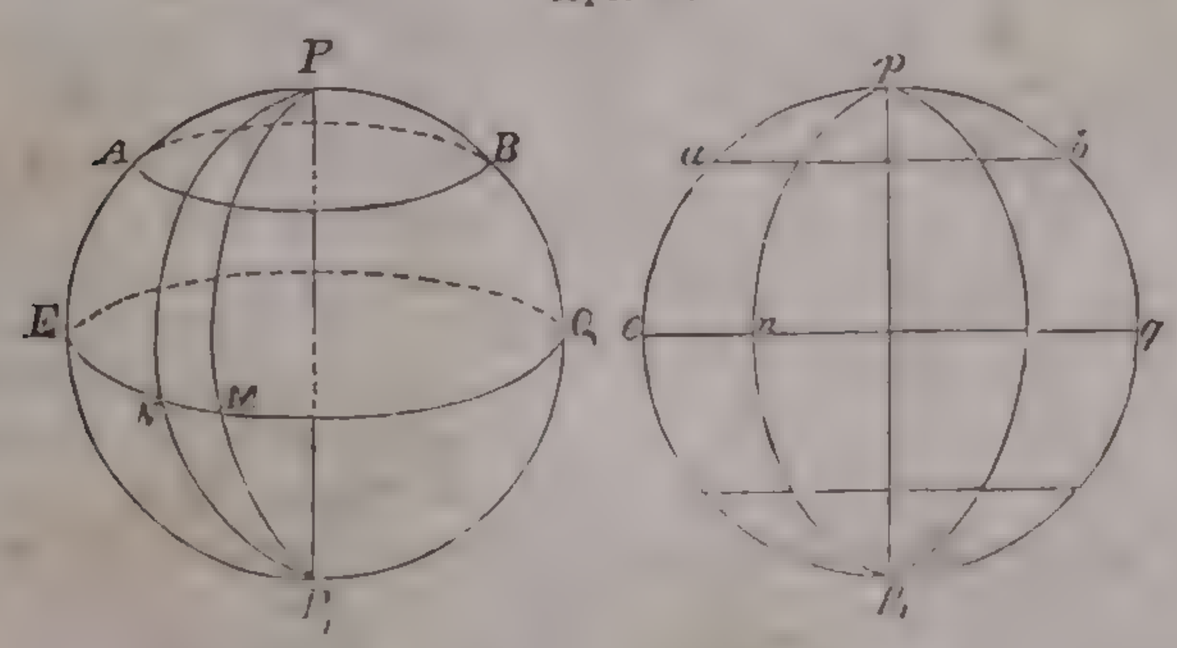
Въ ортографической проекціи на экваторъ EQ (чер. 23), этотъ кругъ изобразится кругомъ *eq*, центръ котораго находится въ точкѣ *p*, служащей основаніемъ перпендикуляра, опущеннаго изъ полюса P. Перпендикуляры, опущенные изъ точекъ какого нибудь параллельнаго круга, напр. AB, составятъ цилиндръ, ось котораго будетъ перпендикуляръ, опущенный изъ точки P; а такъ какъ сѣченіе прямаго цилиндра плоскостью,

Черт. 23.



перпендикулярною къ его оси, есть кругъ, то параллельный кругъ AB изобразится на плоскости eq кругомъ ab, концентрическимъ съ eq. Такими же кругами будутъ изображены и прочіе параллельные круги. Такъ какъ плоскости всѣхъ меридіановъ перпендикулярны къ плоскости экватора и сходятся въ точкѣ P, то всѣ они изобразятся прямыми линіями, пересѣкающимися въ точкѣ p. Въ ортографической проекціи на какой нибудь меридіанъ, напр. PEP_1Q (черт. 24), этотъ послѣдній

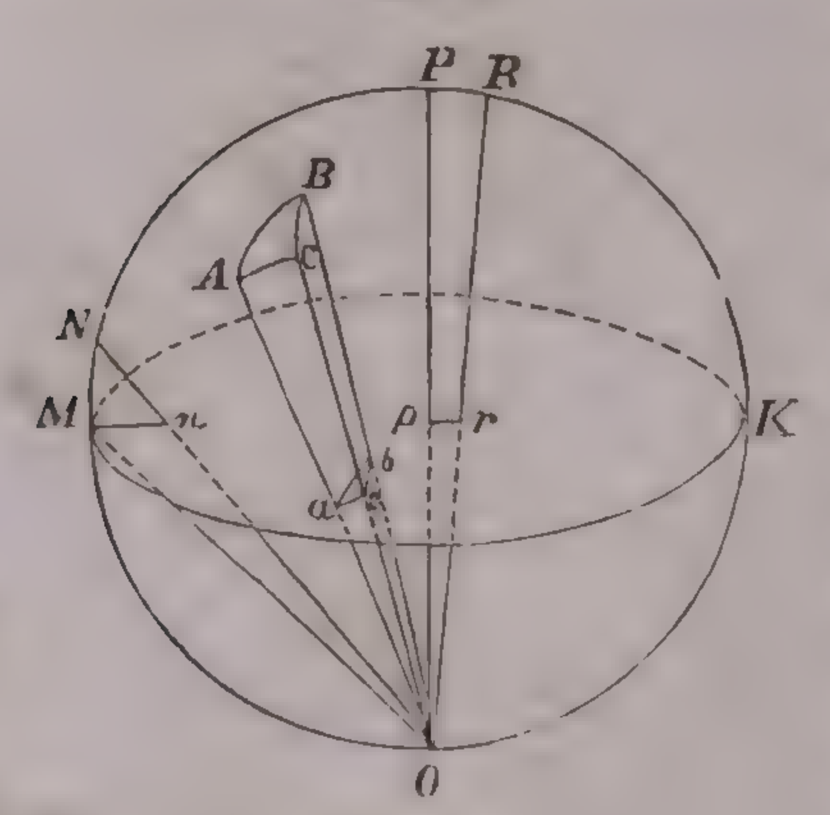
Черт. 24.



изобразится кругомъ pep_1q; меридіанъ PMP_1, отстоящій по долготѣ на 90° отъ предъидущаго, — прямою линіею pp_1, проходящею черезъ центръ круга pep_1q; концы этой прямой p и p_1 будутъ изображать полюсы. Всѣ прочіе меридіаны, какъ напр. PNP_1, изобразятся каждый дугою эллипсиса, малая ось котораго тѣмъ больше, чѣмъ острѣе уголъ, составляемый плоскостью проектируемаго меридіана съ плоскостью проекцій. Экваторъ EQ и параллели, будучи перпендикулярны къ плоскости проекцій, изобразятся въ кругѣ pep_1q — первый діаметромъ eq, а послѣднія хордами, параллельными съ нимъ.

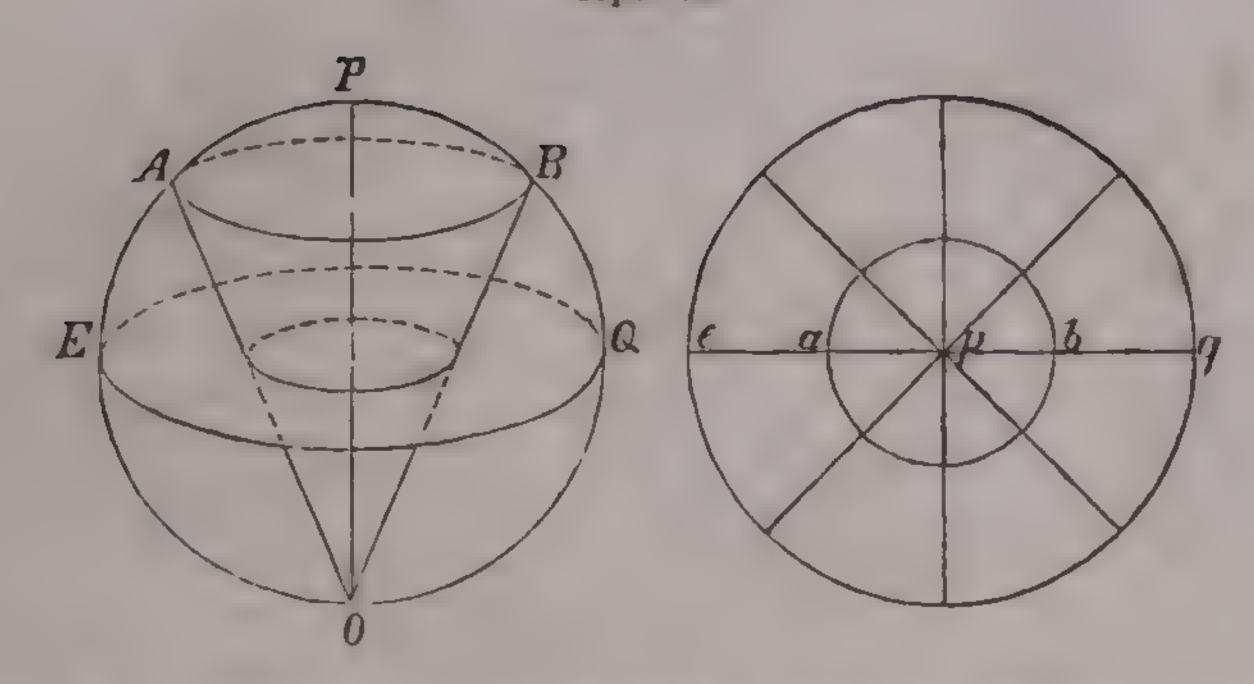
29. Стереографическая проекція. Ортографическая проекція изображаетъ поверхность шара на плоскости въ томъ видѣ, въ какомъ представлялась бы она наблюдателю, глазъ котораго находился бы на діаметрѣ, перпендикуляромъ къ плоскости проекцій, но въ безконечномъ отъ нея разстояніи. Эта проекція имѣетъ одно важное неудобство, именно: части полушарія, лежащія на шарѣ вблизи плоскости проекцій, на картѣ очень сжимаются, какъ это можно видѣть изъ черт. 22, и принимаютъ поэтому такую фигуру, которая совершенно не можетъ дать понятія о ихъ дѣйствительной формѣ. Чтобы избѣжать этого неудобства, употребляютъ другую проекцію, наз. *стереографическою*, при которой воображаютъ, что глазъ наблюдателя O (черт. 25) находится на концѣ діаметра, перпендикулярнаго къ плоскости проекцій, и притомъ на концѣ, противоположномъ тому полушарію, изображеніе котораго желаютъ получить. При этомъ лучи зрѣнія, идущіе напр. къ вершинамъ сферическаго треугол. ABC, пересѣкаясь съ плоскостью проекцій MK, дадутъ на ней его изображеніе въ видѣ прямолинейнаго тр—ка *abc*. Сжатія частей, близкихъ къ плоскости проекцій, здѣсь не произойдетъ; наоборотъ части эти будутъ представляться растянутыми, вслѣдствіе того, что уголъ зрѣнія, подъ которымъ будетъ видна наблюдателю дуга MN, лежащая вблизи плоскости проекцій, будетъ больше угла зрѣнія, подъ которымъ будетъ видна такая же дуга PR, лежащая на большемъ разстояніи отъ плоскости проекцій, а слѣд. и отъ глаза наблюдателя.

Черт. 25.



Въ стереографической проекціи на экваторъ (черт. 26) полюсъ P изобразится точкою *p*; экваторъ EQ и параллели напр. AB..., концентрическими кругами *eq*, *bp*..., имѣющими центръ въ точкѣ *p*, потому что лучи зрѣнія, идущіе изъ глаза къ какому нибудь параллельному кругу, составляютъ прямой конусъ, вершина котораго находится въ глазѣ O, а ось перпендикулярна къ плоскости проекцій. Меридіаны изобразятся прямыми линіями, пересѣкающимися въ полюсѣ, потому что лучи зрѣнія,

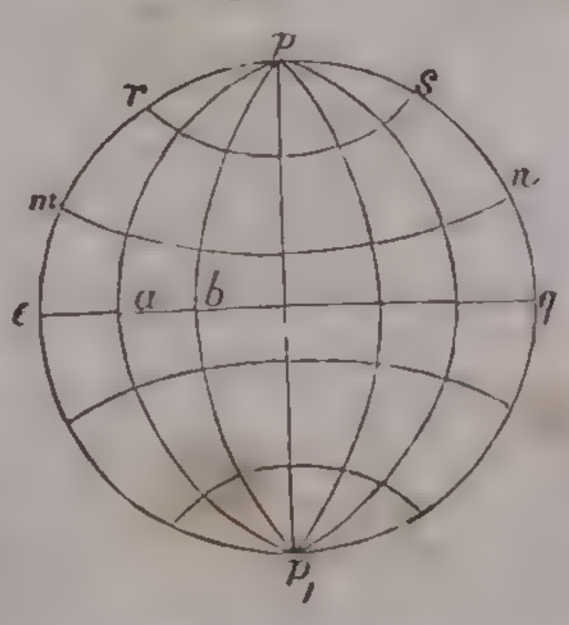
Черт. 26.



идущіе отъ глаза ко всѣмъ точкамъ какого нибудь меридіана напр. EPQO, находятся въ плоскости, перпендикулярной къ плоскости экватора и проходящей черезъ діаметръ OP; а пересѣченіе ея съ плоскостью экватора дастъ прямую epq, проходящую черезъ центръ p.

Въ стереографической проекціи на какой нибудь меридіанъ (черт. 27) экваторъ изображается прямою линіею eq, а параллели и меридіаны дугами неконцентрическихъ круговъ, mn, rs,..., pap_1, pbp_1,... Какъ мы уже сказали, во всякой стереографической проекціи части, лежащія въ серединѣ карты, представляются въ меньшемъ масштабѣ, чѣмъ тѣ, которыя лежатъ ближе къ краямъ.

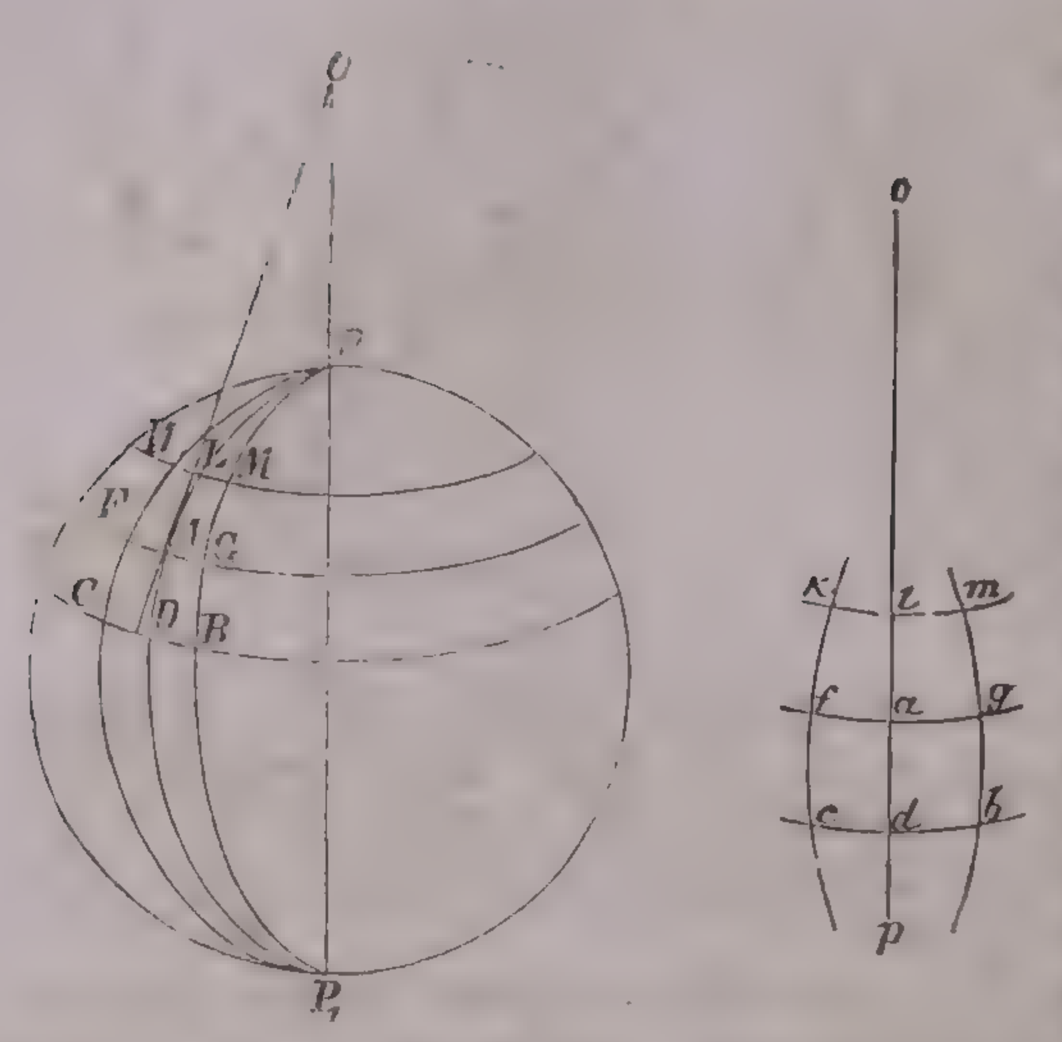

Черт. 27.



30. Проекція Бонна. Обѣ вышеизложенныя проекціи представляютъ то неудобство, что различныя части земной поверхности изображаются въ нихъ въ различномъ масштабѣ, и слѣд. изъ отношенія частей, изображенныхъ на картѣ, нельзя судить о дѣйствительномъ отношеніи ихъ на земной поверхности. Поэтому проекціи эти употребляютъ только для изображенія цѣлыхъ полушарій. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда желаютъ изобразить небольшую часть земной поверхности, напр. какое нибудь государство, употребляютъ другую проекцію, называемую *проекціей Бонна* или *конической проекціей*.

Положимъ, что требуется начертить карту части земной поверхности (черт. 28), ограниченной меридіанами PBP_1 и PCP_1 и параллелями CDB и NLM. Пусть PAP_1 будетъ меридіанъ, про-

Черт. 28.

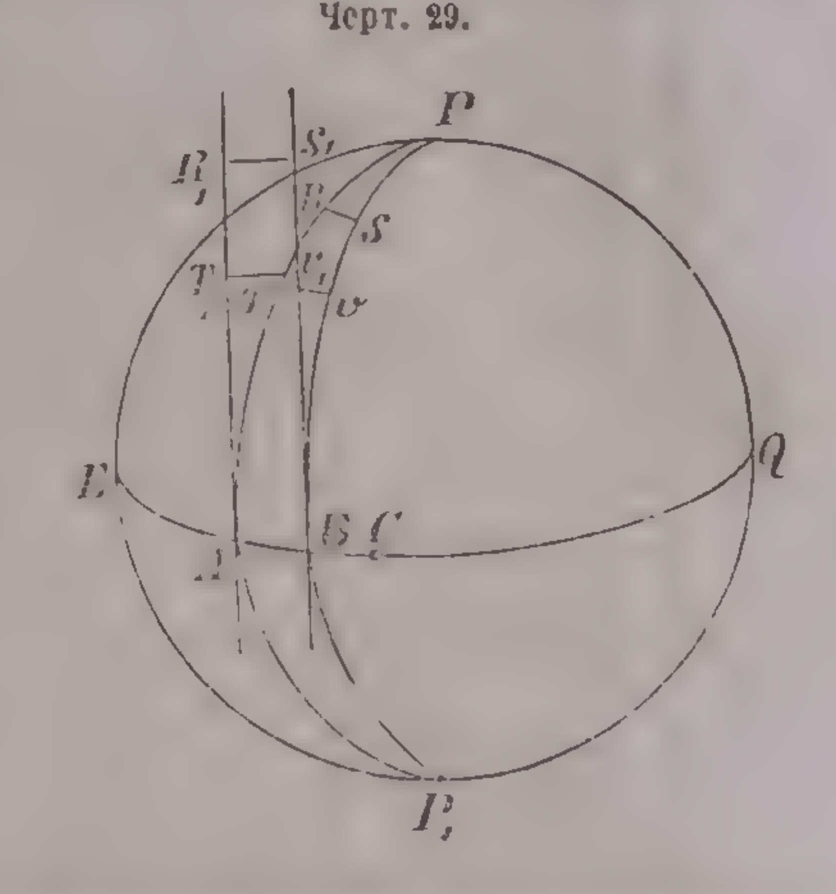


ходящій черезъ средину этой мѣстности, а FAG — срединная параллель ея. Проведемъ касательную AO къ срединному меридіану въ точкѣ пересѣченія его съ срединною параллелью A до пересѣченія съ продолженіемъ земной оси. Линія AO будетъ образующею линіею конуса, касающагося къ земному шару по срединной параллели. Чтобы изобразить на картѣ снимаемую мѣстность, проводятъ сначала прямую линію *op*; она будетъ изображать срединный меридіанъ; потомъ изъ произвольной точки *o* на этой прямой радіусомъ $oa = OA$ описываютъ дугу круга, которая и представитъ срединную параллель. Чтобы изобразить другую параллель, напр. NM, отъ точки *a* откладываютъ линію al = длинѣ дуги AL, и радіусомъ *ol* описываютъ новую дугу *klm*; она будетъ изображать параллель NLM; точно такимъ же образомъ чертятъ и другія параллели. Чтобы начертить меридіаны, откладываютъ на кругахъ, изображающихъ параллели, дуги *lm*, *ag*, *db*..., соотвѣтственно равныя дугамъ LM, AG, DB,..., заключеннымъ на шарѣ между срединымъ меридіаномъ и тѣмъ, который желаютъ изобразить. Потомъ отъ руки проводятъ кривыя линіи *mgb*, *kfc* и проч. Эта проекція имѣетъ то преимущество, что всѣ мѣста, лежащія вблизи срединной параллели и срединнаго меридіана, сохраняютъ на картѣ такое же отношеніе, какъ и на земной поверхности. Если же изображаемая мѣстность очень велика, то края карты будутъ имѣть большій масштабъ, чѣмъ середина.

31. **Меркаторская проекція.** Въ морскихъ путешествіяхъ употребляются карты, начерченныя по особой проекціи, наз. *меркаторскою*. Чтобы понять способъ черченія этихъ картъ, вообразимъ, что вся поверхность земнаго шара раздѣлена на боль-

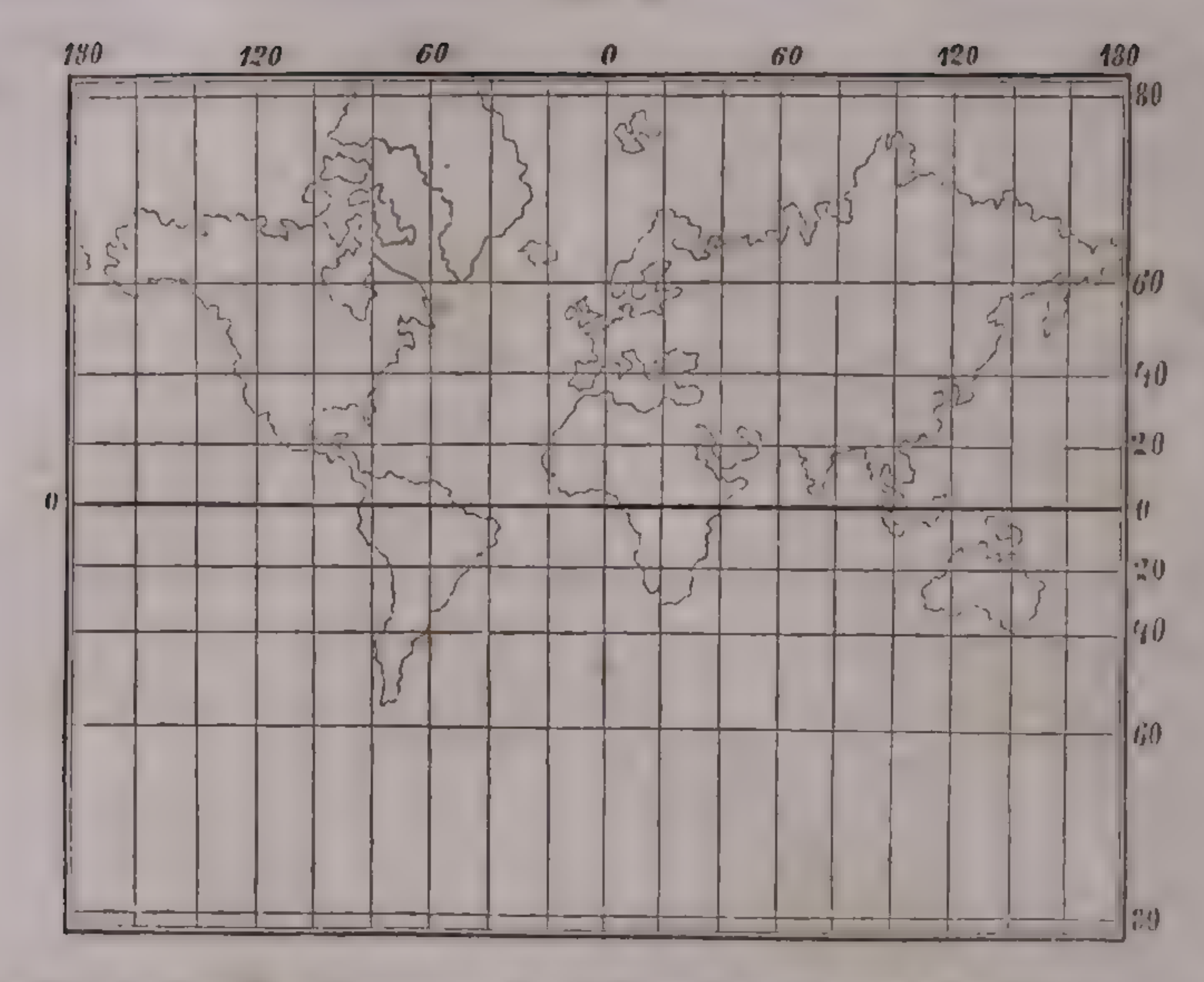
шое число полосъ меридіанами, равно отстоящими другъ отъ друга, и что около шара описанъ цилиндръ, прикасающійся къ шару по экватору EQ (черт. 29). Образующія линіи этого цилиндра въ различныхъ точкахъ экватора A,B,C.... будутъ касательныя къ меридіанамъ PAP_1, PBP_1......, проходящимъ черезъ эти точки. Представимъ теперь, что полоса PAP_1B снята съ шара, выпрямлена и приложена къ соотвѣтствующей ей части цилиндра, заключенной между образующими AR_1 и BS_1. Ширина полосы будетъ постепенно уменьшаться отъ экватора къ полюсамъ и потому полоса не закроетъ соотвѣтствующую ей полосу цилиндра отъ одного края до другаго; а чтобы она закрыла, надо каждую дугу параллели на полосѣ PAP_1B нѣсколько удлинить. Но чтобы при этомъ видъ каждой части полосы, напр. части, заключенной между параллелями RS и TW, не измѣнился, надо удлинить стороны RT и SW въ томъ же отношеніи, въ какомъ удлинены TW и RS. Полученная такимъ образомъ на цилиндрѣ фигура $R_1S_1T_1W_1$ будетъ подобна фигурѣ RSTW, лежащей на шарѣ, потому что на обѣ фигуры, если только онѣ имѣютъ малые размѣры, можно смотрѣть какъ на прямоугольники, имѣющіе пропорціональныя основанія и высоты.

Черт. 29.



Измѣнимъ подобно части RSTW всѣ части полосы PAP_1B и наложимъ ее на соотвѣтствующую часть цилиндра; сдѣлаемъ тоже и съ другими полосами, и разрѣзавъ поверхность цилиндра вдоль одной изъ образующихъ, развернемъ ее на плоскости, тогда получимъ морскую карту (черт. 30). На ней всѣ меридіаны будутъ изображены прямыми линіями, параллельными между собою и перпендикулярными къ прямой линіи, по которой должна быть развернута окружность экватора; сверхъ того эти прямыя должны находиться въ равномъ разстояніи другъ отъ друга, если изображаютъ меридіаны, равно отстоящіе другъ отъ друга на шарѣ. Параллельные круги шара будутъ изображены прямыми линіями, параллельными экватору,

Черт. 30.



и слѣд. перпендикулярными къ прямымъ, изображающимъ меридіаны, съ тѣмъ только отличіемъ отъ меридіановъ, что параллели, равно отстоящія на шарѣ, будутъ находиться не въ одинаковомъ разстояніи на картѣ; ихъ разстоянія будутъ увеличиваться по мѣрѣ удаленія отъ экватора, какъ это видно на чертежѣ. Въ слѣдствіе этого на такой картѣ части земной поверхности будутъ значительно увеличены около полюсовъ; впрочемъ этотъ недостатокъ меркаторскихъ картъ съ избыткомъ вознаграждается другимъ ихъ достоинствомъ, которое заставляетъ употреблять исключительно ихъ при всѣхъ морскихъ путешествіяхъ. Моряки направляютъ путь корабля не по дугѣ большаго круга, которая есть кратчайшее разстояніе между двумя точками на шарѣ; но находятъ болѣе удобнымъ слѣдовать по другой кривой линіи, называемой *локсодроміей*, которая со всѣми меридіанами составляетъ равные углы. Теорія показываетъ, что разстояніе, считаемое по этой линіи, весьма близко подходитъ къ кратчайшему. Эта кривая на морской картѣ обращается въ прямую, соединяющую крайнія точки пути, такъ какъ на такой картѣ меридіаны изображаются прямыми линіями, параллельными между собою; а только одна прямая линія пересѣкаетъ параллельныя линіи подъ однимъ угломъ. И потому если нужно изъ какого нибудь мѣста A переѣхать въ B, то чтобы знать, по какому направленію должно вести ко-

рабль, нужно только соединить точки A и B прямою линiею и опредѣлить уголъ, который составляетъ эта прямая съ какимъ нибудь изъ меридiановъ. Это и будетъ тотъ уголъ, подъ которымъ путь корабля долженъ пересѣкать всѣ меридiаны на поверхности моря. А такъ какъ направленiе меридiана можно опредѣлить посредствомъ компаса, то чтобы достигнуть желаемаго мѣста, надо чтобы направленiе движенiя корабля составляло опредѣленный уголъ съ направленiемъ магнитной стрѣлки компаса.

Задачи. 25. Разстоянiе полюса отъ зенита = 20^0. Найти широту мѣста.

26. Высота экватора надъ горизонтомъ мѣста = $43^0\ 18'$. Найти широту мѣста.

27. Склоненiе звѣзды = — $17^0 32'$, меридiональная высота ея = $12^0 40'$; найти широту мѣста *От.* $59^0 28'$.

28. Меридiональная высота звѣзды, отстоящей на $10\,^1/_4{}^0$ отъ полюса, во время верхней кульминацiи равна $51^0 37'$. Найти широту мѣста. *От.* $41^0 22'$.

29. Долгота Москвы относительно Петербурга = $7^1/_2{}^0$ O; сколько часовъ въ Петербургѣ, когда въ Москвѣ полдень?

30. Когда въ Москвѣ половина втораго по полудни, то въ Парижѣ 11 час. 9 мин. утра; Найти долготу Парижа отъ Москвы. *От.* $35^0 15'$ W.

31. Долгота Москвы отъ Ферро = $55^0 14'$ O, а долгота Пулкова отъ Ферро=$47^0 59'$ O; найти долготу Москвы отъ Пулкова.

32. Подъ какой долготой отъ Гринвичскаго меридiана находится мѣсто, гдѣ часы показываютъ 2 часа 17 мин. ночи въ то время, когда въ Москвѣ считаютъ полдень? Долгота Москвы отъ Гринвича = $37^0 35'$ O. *От.* $108^0 10'$ W.

33. На кораблѣ замѣтили затмѣнiе спутника Юпитера въ 10 час. 45 мин. 18 сек. вечера; между тѣмъ изъ таблицъ было извѣстно, что это затмѣнiе видимо въ Гринвичѣ въ 1 часъ $12'$ $17''$ ночи слѣдующаго дня. Опредѣлить долготу корабля относительно Гринвича. *От.* $34^0\ 14'\ 45''$ W.

34 Опредѣлить разстоянiе между двумя городами, которыхъ долгота отъ одного и тогоже меридiана = $34^0\ 15'$, а широты $5^0\ 6'\ 30''$ N и $2^0\ 4'\ 15''$ S. *От.* 743, 7 верстъ.

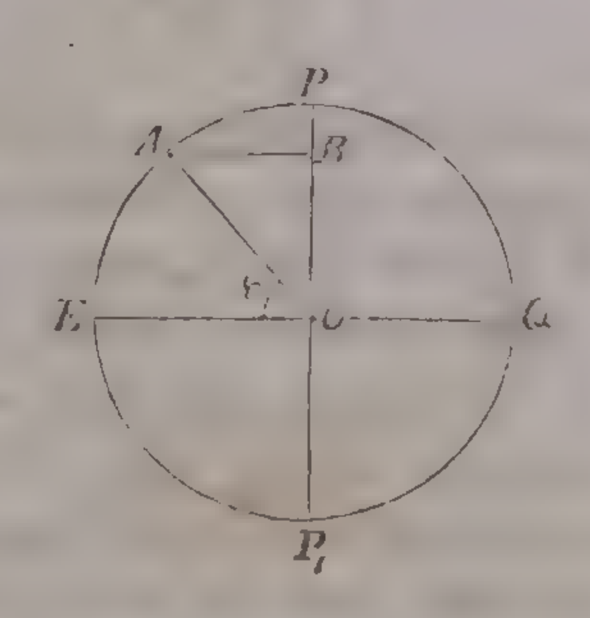
IV.

ДВИЖЕНІЕ ЗЕМЛИ ОКОЛО ОСИ.

32. Возвратимся теперь къ суточному движенію небеснаго свода. Мы видѣли, что при этомъ движеніи взаимное разстояніе звѣздъ не мѣняется; а между тѣмъ звѣзды суть отдѣльныя тѣла, разсѣянныя въ пространствѣ въ различныхъ разстояніяхъ отъ земли, о чемъ съ большой вѣроятностью можно заключать по различной степени ихъ блеска; къ тому же эти разстоянія, какъ увидимъ дальше, такъ велики, что въ сравненіи съ ними размѣры земнаго шара надо считать совершенно ничтожными. Можно сказать, что въ громадномъ пространствѣ, занятомъ звѣздами, земля представляетъ меньше, чѣмъ пылинку; это скорѣе одинъ изъ безчисленныхъ атомовъ безграничнаго цѣлаго, называемаго вселенной, и котораго центръ, по выраженію Паскаля, вездѣ, а окружность нигдѣ. Поэтому чтобы объяснить суточное движеніе небеснаго свода, мы должны допустить: 1) что звѣзды движутся съ такими огромными скоростями, о которыхъ мы даже не можемъ составить яснаго понятія: мы увидимъ въ послѣдствіи, что есть звѣзды, свѣтъ отъ которыхъ доходитъ до земли въ теченіе девяти лѣтъ; эти звѣзды, ближайшія къ намъ сравнительно съ другими, чтобы сдѣлать оборотъ около земли въ 24 часа, должны имѣть скорость, почти въ 20000 разъ превосходящую скорость свѣта; какова же должна быть скорость тѣхъ звѣздъ, которыхъ разстоянія еще больше? 2) что скорости звѣздъ, не смотря на различную величину, такъ размѣрены одна относительно другой, что при общемъ движеніи ни одна изъ звѣздъ не уходитъ впередъ и не отстаетъ отъ другихъ; иначе взаимныя разстоянія ихъ измѣнились бы; 3) что движеніе всего этого безчисленнаго множества небесныхъ тѣлъ совершается около оси, проходящей черезъ тотъ атомъ вселенной, который называется землею. Невѣроятность совмѣстнаго существованія всѣхъ этихъ условій привела *Коперника*, каноника въ Торнѣ (1473—1543), къ мысли объяснить суточное движеніе гораздо проще тѣмъ предположеніемъ, что звѣзды

остаются неподвижными, а движеніе небеснаго свода есть только кажующееся, происходящее отъ дѣйствительнаго движенія земли около оси въ 24 звѣздныхъ часа, въ сторону, противоположную видимому движенію небеснаго свода, т. е. отъ W къ O. Такое предположеніе не заключаетъ въ себѣ ничего невѣроятнаго: земля есть сфероидъ, уединенный въ пространствѣ, и скорости различныхъ точекъ ея при этомъ движеніи будутъ далеко не такъ велики, какъ вышеупомянутыя скорости звѣздъ. Въ самомъ дѣлѣ наибольшую скорость будутъ имѣть точки экватора, такъ какъ онѣ должны описывать наибольшій кругъ. Радіусъ экватора равенъ 859 геогр. мил., поэтому въ 24 часа точка экватора должна проходить $2\pi . 859 = 5400$ геогр. миль, слѣд. въ 1''—218 саженъ или около 1500 футовъ; эта скорость менѣе скорости пушечнаго ядра. Скорости точекъ на полюсахъ должны быть равны 0, а скорость какой нибудь точки A, лежащей между экваторомъ и полюсами, будетъ заключаться между этими предѣлами. Легко вычислить эту скорость, зная радіусъ земли R и широту мѣста A или уголъ $AOE = \varphi$. (черт. 31). Точка A въ 24 часа проходитъ окружность радіуса AB, т. е. $2\pi . AB$; изъ прямоугольнаго тр—ка AOB имѣемъ $AB = AO . \operatorname{Cos} BAO = R . \operatorname{Cos}\varphi$, поэтому точка A въ 24 часа проходитъ $2\pi R . \operatorname{Cos}\varphi$; въ 1 часъ—$\frac{2\pi R . \operatorname{Cos}\varphi}{24}$, въ одну минуту—$\frac{2\pi R . \operatorname{Cos}\varphi}{24.60}$, въ одну секунду —$\frac{2\pi R . \operatorname{Cos}\varphi}{24.60.60}$, гдѣ $R = 859$ геогр. мил.

Черт. 31.



33. Такъ какъ всѣ предметы, находящіеся на поверхности земли, участвуютъ въ движеніи ея, то мы не можетъ замѣтить этого движенія, а намъ должно казаться, что небесныя тѣла движутся въ сторону, противоположную дѣйствительному движенію земли. Явленія, происходящія при этомъ, будутъ сходны

съ тѣми, которыя видитъ наблюдатель, находящійся на палубѣ идущаго парохода: ему кажется, что всѣ предметы на берегу движутся навстрѣчу ему, тогда какъ на самомъ дѣлѣ они неподвижны, а движется самъ наблюдатель. Чтобы показать, какимъ образомъ можно объяснить всѣ обстоятельства суточнаго движенія небеснаго свода движеніемъ земли около оси, вообразимъ, что O (черт. 32) есть земля, pp_1—ось ея, около которой земля движется отъ W къ O по направленію стрѣлки; a—мѣсто наблюдателя, S—какая нибудь звѣзда, находящаяся на его меридіанѣ, въ разстояніи SZ отъ зенита Z. Когда въ слѣдствіе движенія земли мѣсто a придетъ въ b, то точка P, въ которой продолженіе земной оси встрѣчаетъ небесный сводъ, останется неподвижной, зенитъ изъ точки Z перейдетъ въ Z_1 и слѣд. меридіанъ будетъ имѣть положеніе PZ_1S_1, а не PZS. Звѣзда S не будетъ уже находиться на меридіанѣ, а къ W отъ него и дальше отъ зенита; слѣд. высота ея уменьшится и она приблизится къ западной сторонѣ горизонта. Напротивъ на меридіанѣ будетъ находиться теперь какая нибудь другая звѣзда S_1, бывшая прежде на востокѣ отъ него. Такъ какъ наблюдатель не имѣетъ никакихъ средствъ замѣтить свое движеніе по кругу abc, потому что всѣ предметы, окружающіе его, движутся вмѣстѣ съ нимъ, то ему будетъ казаться, что звѣзды, поднимаясь на восточной сторонѣ горизонта и опускаясь на западной, движутся въ сторону, противоположную его дѣйствительному движенію, т. е. отъ O къ W. Такимъ образомъ движеніе небеснаго свода остается тѣмъ же, какимъ мы описали его прежде. Обратимъ вниманіе только на то, что мы считали прежде плоскость меридіана неподвижною плоскостью, съ которою совпадаютъ одинъ за другимъ круги склоненій; теперь же наоборотъ мы должны считать круги склоненій неподвижными, а меридіанъ плоскостью, которая,

Черт. 32.

двигаясь вмѣстѣ съ наблюдателемъ отъ W къ O, последовательно приходитъ въ совпаденіе съ каждымъ изъ этихъ круговъ.

Предположеніе, что земля обращается около оси становится еще вѣроятнѣе черезъ сравненіе ея съ другими небесными тѣлами; мы увидимъ въ послѣдствіи, что земля принадлежитъ къ числу планетъ, а прямыя наблюденія показываютъ, что всѣ планеты вращаются около осей, поэтому нѣтъ ничего противоестественнаго допустить, что и земля обращается около своей оси, и что отъ этого то движенія и происходитъ кажущееся движеніе небеснаго свода.

34. Истина вращенія земли около оси изложена въ первый разъ Коперникомъ въ сочиненіи *«De revolutionibus orbium coelestium»*, посвященномъ папѣ Павлу III. Какъ ни проста и очевидна эта истина, однако истолкованіе и распространеніе ея стоило въ самомъ началѣ многихъ гоненій людямъ, защищавшимъ ее. Смерть спасла отъ этихъ гоненій самого Коперника: онъ умеръ, успѣвъ увидать только первый экземпляръ своего сочиненія, вышедшаго изъ печати; но самое сочиненіе его было осуждено Римскою Инквизиціею и вытерпѣть гоненія пришлось распространителю ученія о движеніи земли, знаменитому *Галилею* (род. въ 1564 г. въ Пизѣ, умеръ въ 1642 г.). Осужденный въ 1633 г. за распространеніе ученія о движеніи земли, противнаго будто бы Св. Писанію, 70-ти лѣтній Галилей долженъ былъ подписать отреченіе отъ него и умеръ въ ссылкѣ непрощенный.

35. Хотя въ настоящее время наука владѣетъ многими прямыми доказательствами обращенія земли около оси, однако иногда и нынѣ слышатся вопросы такого рода: какимъ образомъ, въ то время, когда всѣ предметы, находящіеся на земной поверхности, уносятся съ весьма значительною быстротою, птица перелетаетъ съ одного мѣста на другое, не отставая отъ земли; камень, брошенный вертикально вверхъ, упадаетъ въ то же мѣсто, откуда брошенъ и т. д.?

Отвѣтъ на всѣ эти вопросы заключается въ законѣ механики, извѣстномъ подъ именемъ *закона относительнаго движе-*

нія, и который состоитъ въ томъ, что если точка, принадлежащая къ какой нибудь системѣ, начинаетъ двигаться, то это движеніе относительно прочихъ точекъ системы происходитъ одинаково, находится ли вся система въ покоѣ, или также движется, если только всѣ точки системы движутся равномѣрно съ одинаковою скоростью. Справедливость этого закона можно видѣть изъ того, что на плывущемъ кораблѣ, если только онъ движется равномѣрно, всѣ движенія происходятъ такъ, какъ будто бы онъ находился въ покоѣ. Камень, пущенный съ вершины мачты, падаетъ къ ея основанію; пуля попадаетъ въ цѣль, и т. п., совершенно такъ, какъ будто бы корабль находился въ покоѣ. То же происходитъ и при движеніи земли около оси; замѣтимъ однако, что такъ какъ различныя точки земной поверхности движутся не съ одинаковой скоростью, то нѣкоторыя изъ движеній происходятъ не совсѣмъ такъ, какъ онѣ происходили бы, еслибы земля была въ покоѣ. Такъ движеніе земли имѣетъ вліяніе на направленіе вѣтра, на отклоненіе къ востоку тѣла, падающаго съ значительной высоты, на отступленіе плоскости качающагося маятника и т. под. Эти явленія служатъ прямыми доказательствами вращенія земли около оси, къ разсмотрѣнію которыхъ мы и перейдемъ теперь.

36. **Сжатіе земли.** Однимъ изъ доказательствъ вращенія земли около оси служитъ самая фигура земли. Геологическія изысканія показываютъ что вся масса земли находилась нѣкогда въ расплавленномъ состояніи и только въ послѣдствіи поверхность этой массы отвердѣла черезъ охлажденіе. Изъ Физики же извѣстно, что находящаяся въ покоѣ жидкая масса, повинуясь только взаимному притяженію частицъ, должна принять форму шара. Такую же форму должна была бы представлять и отвердѣвшая поверхность земли, еслибы земля оставалась въ покоѣ; но какъ мы выше видѣли, земля имѣетъ видъ не шара, а эллипсоида вращенія, и это уклоненіе отъ шароваго вида можно объяснить только вращеніемъ земли около оси. Въ самомъ дѣлѣ извѣстно, что при всякомъ движеніи по кругу, тѣло, стремясь по силѣ инерціи двигаться прямолинейно, старается удалиться отъ центра; это стремленіе наз. *центробѣжной силой* и

тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше скорость движенія тѣла. Поэтому, если жидкая масса, имѣющая форму шара, будетъ вращаться около оси, то каждая ея точка пріобрѣтетъ центробѣжную силу, и притомъ не одинаковой величины, потому что различныя точки шара будутъ двигаться не съ одинакой скоростью. Наибольшую центробѣжную силу будутъ имѣть точки, лежащія на экваторѣ, такъ какъ онѣ, двигаясь по кругу бо́льшаго радіуса, будутъ имѣть наибольшую скорость; по мѣрѣ приближенія къ полюсамъ центробѣжная сила будетъ уменьшаться и на самыхъ полюсахъ будетъ равна нулю, такъ какъ эти точки остаются въ покоѣ. Въ слѣдствіе этого, такая вращающаяся жидкая масса будутъ имѣть видъ шара, растянутаго подъ экваторомъ и сплюснутаго у полюсовъ, что именно, какъ мы уже знаемъ, и представляетъ поверхность земли.

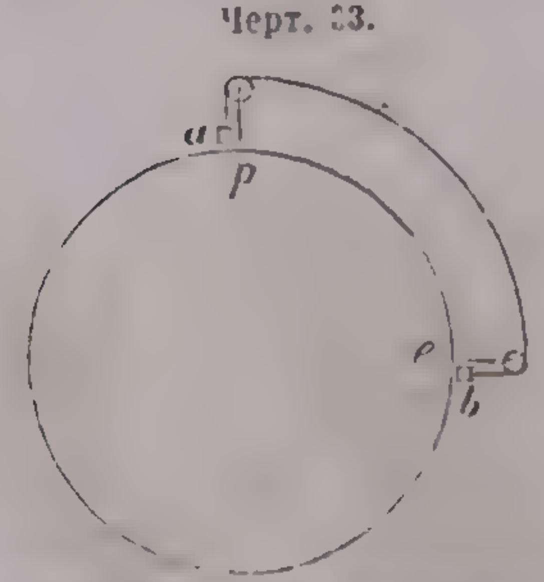
Воды океана и нынѣ находятся въ тѣхъ же уловіяхъ, въ какихъ находилась нѣкогда вся масса земли, и теперешнее равновѣсіе ихъ на землѣ возможно только при существованіи центробѣжной силы. Въ самомъ дѣлѣ, еслибы земля находилась въ покоѣ, то въ слѣдствіе эллипсоидальной фигуры ея, вода, стремясь по силѣ тяжести стекать въ болѣе низкія, т. е. ближайшія къ центру мѣста, образовала бы близь полюсовъ два океана, раздѣленныхъ кольцомъ материка по обѣ стороны экватора; на самомъ дѣлѣ однакоже этого нѣтъ; напротивъ большая часть странъ экваторіальныхъ покрыта водою, и причина, удерживающая воды океана на экваторѣ, была бы непонятна, если бы земля была не подвижна.

37. **Измѣненіе напряженія силы тяжести на земной поверхности.** Извѣстно, что центробѣжная сила дѣйствуетъ по направленію радіуса отъ центра къ окружности, и такъ какъ на экваторѣ радіусъ круга, по которому движется каждая точка, совпадаетъ съ радіусомъ самой земли, по которому дѣйствуетъ сила тяжести, то значитъ направленіе центробѣжной силы на экваторѣ прямо противоположно направленію силы тяжести и потому уменьшаетъ ея напряженіе. Это ослабленіе силы тяжести будетъ существовать и въ другихъ точкахъ земли, но гораздо меньше, чѣмъ на экваторѣ, потому что въ другихъ мѣстахъ направленіе центробѣжной силы не прямо противоположно направленію силы тяжести, такъ какъ радіусъ круга, по ко-

4*

торому происходитъ движенiе не совпадаетъ съ радiусомъ земли, да и самая центробѣжная сила меньше, чѣмъ подъ экваторомъ. Поэтому прямымъ слѣдствiемъ вращенiя земли около оси должно быть уменьшенiе напряженiя силы тяжести отъ полюса къ экватору. Зная время обращенiя земли около оси и радiусъ экватора, можно опредѣлить, на сколько тяжесть подъ экваторомъ должна быть меньше, чѣмъ подъ полюсами. Извѣстно изъ Физики, что величина центробѣжной силы при круговомъ равномѣрномъ движенiи выражается формулой $f=\frac{v^2}{r}$, гдѣ v есть скорость, а r—радiусъ описываемаго круга. Скорость каждой точки подъ экваторомъ, какъ мы выше видѣли, есть 1500 футовъ въ одну секунду, а радiусъ экватора 20000000 фут.; слѣд., означая напряженiе силы тяжести черезъ g и принимая его равнымъ 32,2 фут., найдемъ, что отношенiе центробѣжной силы къ силѣ тяжести подъ экваторомъ, т. е. $\frac{f}{g}=\frac{(1500)^2}{20000000.32,2}=\frac{1}{289}$, т. е. всякое тѣло, перенесенное отъ полюсовъ къ экватору, должно терять $\frac{1}{289}$ часть своего вѣса. Понятно, что для опредѣленiя этой разности въ вѣсѣ нельзя воспользоваться обыкновенными вѣсами, на которыхъ мы сравниваемъ вѣсъ тѣла съ вѣсомъ разновѣсковъ, потому что на сколько уменьшится вѣсъ тѣла при перенесенiи его на экваторъ, на столько же уменьшится вѣсъ разновѣсковъ, и слѣд. равновѣсiе между тѣломъ и гирями будетъ существовать попрежнему. Поэтому замѣтить уменьшенiе вѣса тѣла можно было бы на такихъ вѣсахъ, которыхъ одна чашка находилась бы на экваторѣ, а другая на полюсѣ, или если бы можно было привѣсить два равныхъ груза a и b (черт. 33) къ концамъ нити, перекинутой черезъ два блока, изъ которыхъ одинъ находился бы на полюсѣ p, а другой подъ экваторомъ e; при этомъ грузъ, помѣщенный у полюса, перетянулъ бы грузъ, повѣшенный подъ экваторомъ. Впрочемъ есть средство опредѣлить, и даже весьма точно, уменьшенiе напряженiя тяжести подъ экваторомъ, и не прибѣгая къ такимъ, неосуществимымъ на практикѣ, опытамъ; средство это представляютъ качанiя маятника. Извѣстно, что маятникъ, выведенный изъ положенiя равновѣсiя, начинаетъ

Черт. 33.



качаться отъ дѣйствія силы тяжести. Время одного качанія выражается формулою $t=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, гдѣ l есть длина маятника, а g— напряженіе тяжести. Изъ приведенной формулы видно, что съ уменьшеніемъ g будетъ увеличиваться t и на оборотъ; слѣд. время качанія одного и того же маятника будетъ не одинаково въ различныхъ мѣстахъ земной поверхности. Зная времена качаній t и t_1 одного и того же маятника въ двухъ мѣстахъ земли, можно найти отношеніе между напряженіями тяжести въ этихъ мѣстахъ. Въ самомъ дѣлѣ для перваго мѣста $t=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, а для втораго $t_1=\pi\sqrt{\frac{l}{g_1}}$, а слѣд. $\frac{t}{t_1}=\frac{\sqrt{g_1}}{\sqrt{g}}$, или $\frac{t^2}{t_1^{\,2}}=\frac{g_1}{g}$, т. е. *напряженія силы тяжести въ двухъ мѣстахъ земной поверхности обратно пропорціональны квадратамъ временъ качаній одного и того же маятника.*

Уменьшеніе силы тяжести подъ экваторомъ открыто было въ 1672 г. французскимъ астрономомъ Ришеромъ во время путешествія изъ Парижа въ Каенну въ Южной Америкѣ. По наблюденіямъ его и въ послѣдствіи другихъ ученыхъ оно $=\frac{1}{200}$, что гораздо больше дроби $\frac{1}{289}$, выведенной нами теоретически. Это несогласіе теоріи съ наблюденіями происходитъ отъ того, что при нашемъ вычисленіи мы обратили вниманіе только на одну причину уменьшенія силы тяжести—*центробѣжную силу* и не приняли въ разсчетъ другой причины—*самой фигуры земли*. Такъ какъ земля имѣетъ форму эллипсоида, то и безъ центробѣжной силы тяжесть на экваторѣ должна быть слабѣе, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ земли. Подробное разсмотрѣніе этого вопроса показываетъ, что уменьшеніе напряженія тяжести на экваторѣ, зависящее отъ самой фигуры земли, именно таково, что въ соединеніи съ $\frac{1}{289}$, уменьшеніемъ отъ центробѣжной силы, составляетъ дробь $\frac{1}{200}$, найденную изъ наблюденій,

38. Другой родъ доказательствъ движенія земли около оси составляютъ тѣ уклоненія, которыя происходятъ въ различныхъ движеніяхъ на земной поверхности въ слѣдствіе неодинаковой

скорости различныхъ точекъ земли. Сюда относятся: 1) отклоненіе падающихъ тѣлъ къ О отъ вертикальной линіи, 2) пассатные вѣтры, 3) отклоненіе плоскости качаній маятника или опытъ Фуко.

39. Отклоненіе падающихъ тѣлъ отъ вертикальной линіи. Еслибы земля была неподвижна, то всякое тѣло, падая сверху внизъ, двигалось бы по прямой линіи, соединяющей точку начала паденія съ центромъ земли, т. е. по вертикальной линіи. То же должно было бы происходить и въ томъ случаѣ, когда обѣ точки вертикальной линіи: та, въ которой падающее тѣло начинаетъ, и та, въ которой оно кончаетъ свое движеніе, перемѣщались бы равномѣрно съ одинаковой скоростью. Подобное явленіе можно видѣть на движущемся караблѣ; тѣло, пущенное съ вершины мачты, упадаетъ при ея основаніи, несмотря на то, что корабль движется, если только движеніе всѣхъ точекъ его происходитъ равномѣрно. Мы говорили уже, что это есть прямое слѣдствіе закона относительнаго движенія: тѣло, падая, участвуетъ также и въ движеніи самаго корабля. Но при вращеніи земли около оси явленіе должно происходить нѣсколько иначе. Тѣло, пущенное напр. съ вершины башни A (черт. 34), при началѣ движенія имѣетъ скорость вершины башни, которая больше, чѣмъ скорость основанія той же башни C, потому что вершина башни A описываетъ бо́льшую дугу AB, въ то время, какъ основаніе описываетъ меньшую дугу CD; вслѣдствіе этого излишка скорости камень опередитъ основаніе башни C, и въ то время, когда оно придетъ въ точку D, тѣло упадетъ гдѣ нибудь въ точкѣ E, лежащей къ востоку отъ D.

Черт. 34.

Существованіе такого отклоненія падающихъ тѣлъ къ О отъ вертикальной линіи доказано цѣлымъ рядомъ точныхъ опытовъ.

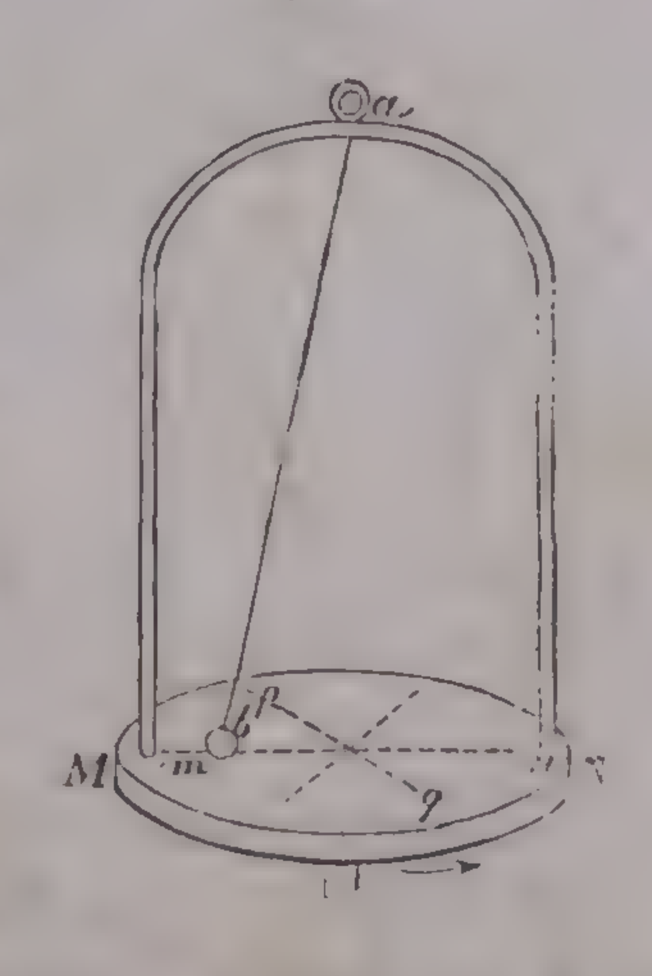
произведенныхъ въ каменноугольныхъ копяхъ Рейхомъ и Бенценбергомъ, и служитъ прямымъ доказательствомъ движенія земли.

Замѣтимъ, что отклоненіе это весьма незначительно; такъ по опытамъ Бенценберга выходитъ, что при паденіи тѣла съ высоты 277 футовъ оно отклоняется къ O на $4\frac{1}{2}$ линіи; по опытамъ Рейха для высоты 520 футовъ отклоненіе равно 11 линіямъ, что между прочимъ близко подходитъ къ тому числу, которое вывелъ теоретически Лапласъ для тѣла, падающаго на экваторѣ; по его вычисленію тѣло, падающее на экваторѣ съ высоты 328 футовъ, должно отклониться къ O на 9 линій.

40. **Пассатные вѣтры.** (См. Метеорологію.)

41. **Отклоненіе плоскости качанія маятника.** Изъ Физики извѣстно, что плоскость качанія маятника остается неизмѣнною даже и тогда, когда будемъ вращать точку привѣса. Убѣдиться въ этомъ можно посредствомъ слѣдующаго простаго опыта. Повѣсимъ надъ плоскостью MN (черт. 35) на штативѣ небольшой маятникъ *ab*. Нить вверху прикрѣплена къ кольцу *a*, поворачивая которое, можно закручивать нить, при чемъ самый шаръ маятника будетъ также обращаться около оси; это ясно можно видѣть, окрасивъ одну половину маятника черною, а другую бѣлою краскою; тогда при поворачиваніи кольца *a* мы будемъ видѣть попеременно то черное, то бѣлое полушаріе. Выведемъ маятникъ изъ положенія равновѣсія и пустимъ его качаться по какому нибудь опредѣленному направленію, напр.

Черт. 35.

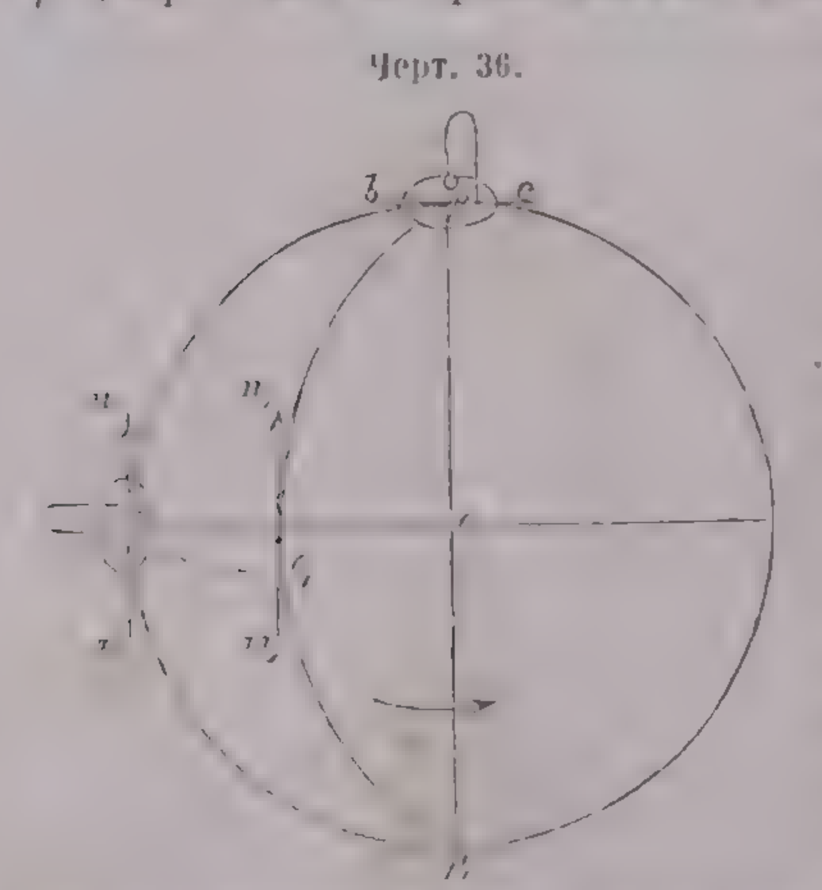


такъ, чтобы плоскость качанія совпадала съ плоскостью штатива, и во время движенія станемъ поворачивать кольцо *a*. Нить будетъ закручиваться, вмѣстѣ съ этимъ и шаръ маятника будетъ обращаться около направленія нити, какъ около оси, но

это не будетъ имѣть никакого вліянія на положеніе плоскости качанія; маятникъ будетъ качаться въ той же плоскости, какъ и прежде. И такъ плоскость качанія маятника не измѣняетъ своего положенія отъ движенія точки привѣса. А потому, если мы будемъ поворачивать плоскость, на которой укрѣпленъ самый штативъ съ маятникомъ, по направленію стрѣлки, то различныя линіи, которыя можно провести на этой плоскости черезъ ось вращенія ея, будутъ постепенно совпадать съ плоскостію качаній. Такимъ образомъ *относительно плоскости* MN маятникъ не будетъ качаться по одному направленію, и если онъ въ началѣ качался по линіи *mn*, то потомъ будетъ качаться по *pq*, затѣмъ по линіи перпендикулярной къ *mn*, и такъ далѣе.

Подобное движеніе плоскости качаній должно происходить и вслѣдствіе обращенія земли около оси. Въ самомъ дѣлѣ вообразимъ, что мы находимся на одномъ изъ земныхъ полюсовъ *p* (черт. 36) и представимъ, что въ точкѣ *p* повѣшенъ маятникъ, котораго направленіе въ положеніи равновѣсія совпадаетъ съ продолженіемъ земной оси pp_1; подъ маятникомъ помѣщенъ кругъ, раздѣленный на градусы. Заставимъ маятникъ качаться въ какой нибудь плоскости, напр. въ плоскости чертежа по направленію *bc*. Вслѣдствіе неизмѣняемости плоскости качаній, онъ постоянно будетъ качаться по этому направленію;

Черт. 36.



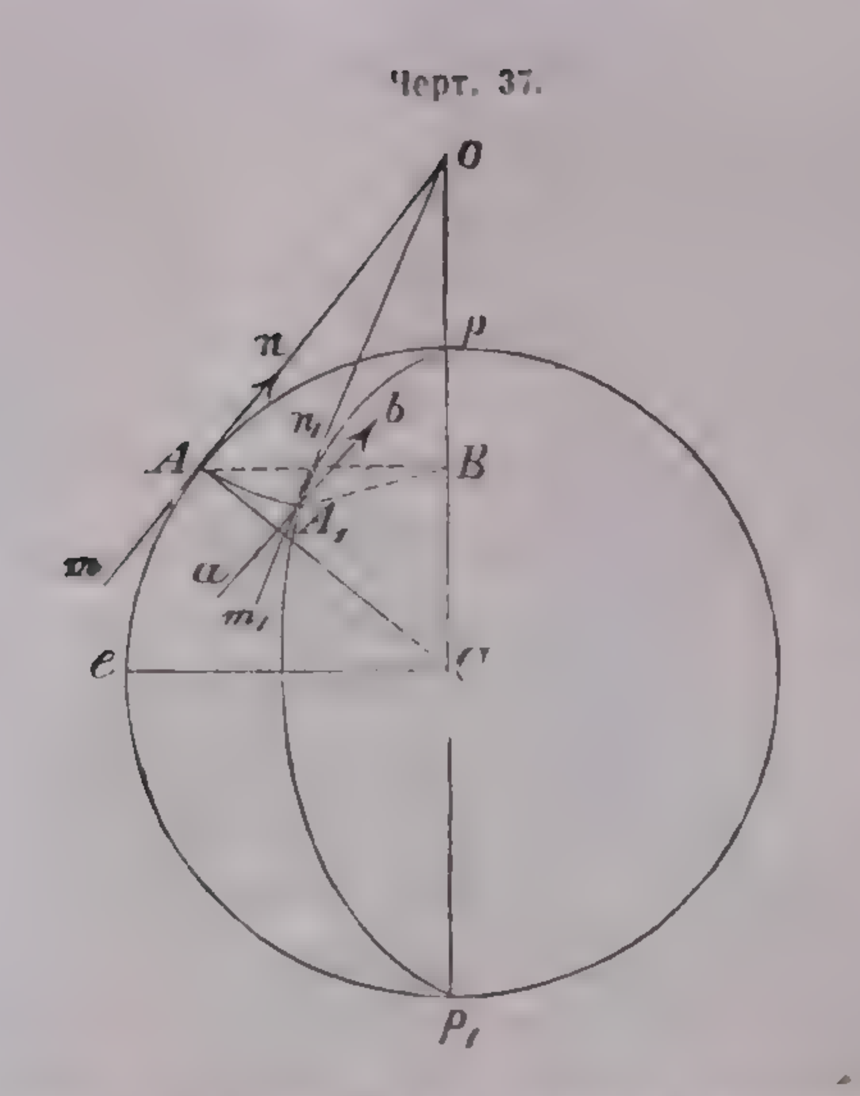
но отъ вращенія земли около оси плоскости различныхъ меридіановъ будутъ одна за другою совпадать съ плоскостью качаній маятника и одна за другой уходить къ О; а для наблюдателя, который движется со всѣми предметами, находящимися на землѣ, и потому не замѣчаетъ своего движенія, будетъ казаться не то, что различные меридіаны подходятъ къ плоскости качаній, а наоборотъ, что плоскость качаній отступаетъ въ сторону про-

тивоположную движенію земли около оси, т. е. отъ O къ W. Это отступленіе будетъ происходить съ такою же скоростью, съ какою движется земля. Такъ какъ каждая точка земной поверхности, дѣлая полный оборотъ въ 24 часа, въ одинъ часъ проходитъ 15°, то наблюдателю будетъ казаться, что плоскость качаній отступаетъ на полюсѣ въ каждый часъ на 15° къ W и совершаетъ полный оборотъ въ 24 часа.

Положимъ теперь, что маятникъ повѣшенъ на экваторѣ въ точкѣ e; направленіе его въ положеніи равновѣсія будетъ совпадать съ направленіемъ вертикальной линіи мѣста e, которая есть продолженіе радіуса eo. Заставимъ маятникъ качаться по направленію полуденной линіи mn, которая будетъ не что иное, какъ касательная къ кругу pep_1. Отъ движенія земли около оси мѣсто e, а вмѣстѣ съ нимъ и маятникъ, вертикальная и полуденная линіи перейдутъ черезъ нѣкоторое время въ какое нибудь мѣсто e_1, лежащее къ O отъ e; но такъ какъ полуденная линія приметъ при этомъ положеніе m_1n_1, параллельное прежнему mn, а плоскость качаній маятника есть вертикальная плоскость, проходящая черезъ полуденную линію, то вслѣдствіе неизмѣняемости плоскости качаній, маятникъ и въ новомъ положеніи e_1 будетъ качаться по направленію полуденной линіи и слѣд. на экваторѣ плоскость качаній во все продолженіе сутокъ не должна отступать отъ первоначальнаго направленія, какъ будто бы земля была неподвижна.

Положимъ наконецъ, что маятникъ находится въ какомъ нибудь мѣстѣ A, лежащемъ между полюсомъ и экваторомъ (черт. 37), и качается по направленію полуденной линіи mn. Такъ какъ эта линія есть касательная къ кругу pAp_1 въ точкѣ A, то продолженіе ея, находясь въ плоскости этого круга, пересѣчетъ продолженіе оси pp_1 въ нѣкоторой точкѣ O, и когда отъ вращенія земли около оси точка A придетъ черезъ нѣкоторое время въ A_1, то полуденная линія, оставаясь постоянно въ плоскости круга pAp_1, приметъ положеніе m_1n_1, составляющее съ прежнимъ положеніемъ mn уголъ AOA_1. Напротивъ плоскость качанія маятника, оставаясь неизмѣнною, приметъ положеніе ab, параллельное прежнему mn, и слѣд. составитъ съ новымъ по-

Черт. 37.



ложеніемъ полуденной линіи m_1n_1 уголъ $m_1A_1a = n_1A_1b = AOA_1$, и какъ мы не можемъ замѣтить перемѣщенія полуденной линіи, потому что всѣ предметы сохраняютъ въ отношеніи къ ней то же положеніе, что и прежде, то намъ будетъ казаться, что сама плоскость качанія отступила на уголъ AOA_1.

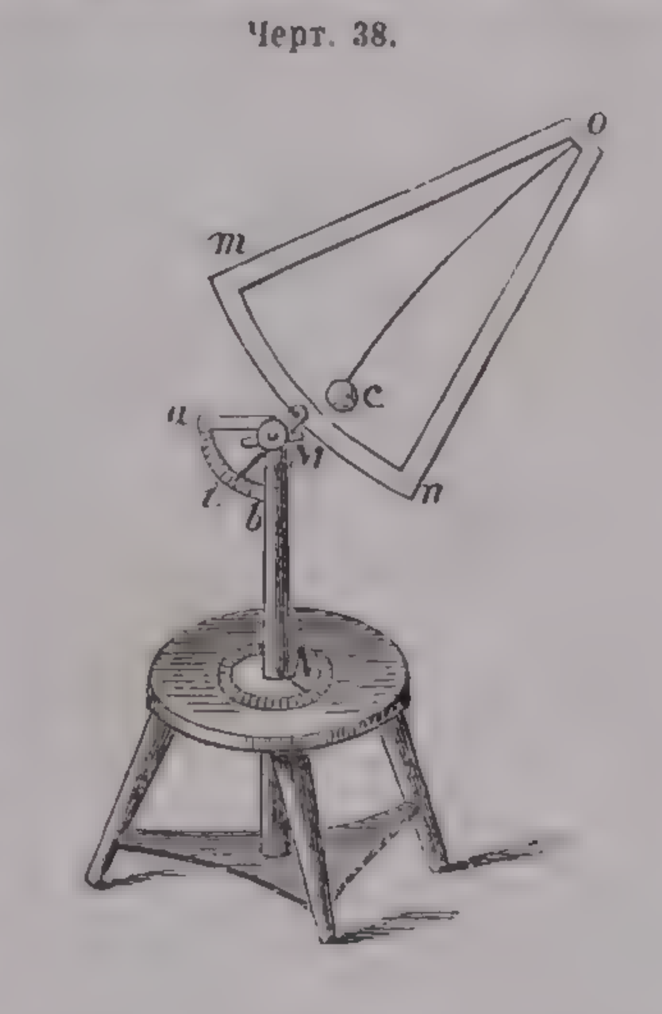
Величину угла AOA_1, на которой отступаетъ плоскость качанія маятника въ какое нибудь время, можно опредѣлить, зная уголъ ABA_1, на который повернулась земля около оси въ то же время. Въ самомъ дѣлѣ, предположимъ сначала, что промежутокъ времени, въ который точка A перешла въ A_1, не великъ, напр. равенъ одной минутѣ; тогда можно допустить, что дуга AA_1, описанная изъ вершины угла ABA_1 радіусомъ BA, описана также и изъ вершины уг. AOA_1 радіусомъ OA, бо́льшимъ AB (такъ какъ въ треуг. AOB линія AO есть гипотенуза). Поэтому, называя черезъ m число градусовъ дуги AA_1 при радіусѣ AB а черезъ x число градусовъ ея при рад. AO, получимъ, что длина ея въ первомъ случаѣ будетъ $\frac{2\pi.AB.m}{360}$, а во второмъ — $\frac{2\pi.AO.x}{360}$, слѣд. $\frac{2\pi.AB.m}{360} = \frac{2\pi.AO.x}{360}$, откуда $AB.m = AO.x$, или $\frac{x}{m} = \frac{AB}{AO}$.

Но изъ треуг. ABO имѣемъ $\frac{AB}{AO} = \text{Sin } AOB = \text{Sin } \varphi$ (такъ какъ стороны уг. AOB и φ взаимно перпендикулярны); слѣд. $\frac{x}{m} = \text{Sin}\,\varphi, x = m.\text{Sin}\,\varphi$. Такъ какъ всякая точка земли, при обращеніи около оси, проходитъ въ минуту 15′, то $m = 15'$ и слѣд. $x = 15'.\text{Sin}\,\varphi$. Такимъ образомъ отступленіе плоскости качанія

маятника въ каждую минуту = 15′. Sin широты мѣста; поэтому отступленіе въ часъ будетъ въ 60 разъ больше, т. е. будетъ равно 15°. Sin широты мѣста. Для Москвы, которой широта 55°45′, оно составляетъ 12°24′; для Петербурга 12°59′, для Парижа 11°20′. Это отступленіе въ N полушаріи происходитъ отъ O къ W, въ S — наоборотъ; оно уменьшается съ уменьшеніемъ широты мѣста.

42. Наглядно ознакомиться съ описанными выше явленіями можно посредствомъ прибора, изображеннаго на черт. 38. Въ немъ маятникъ *oc* состоитъ изъ шарика, повѣшеннаго на упругомъ стальномъ прутѣ, укрѣпленномъ внутри рамки *mon*, которая можетъ вращаться около вертикальной оси MN, проходящей черезъ центръ небольшаго круглаго столика N. Рамкѣ *mon* можно дать какое угодно положеніе относительно оси и укрѣпить въ немъ посредствомъ винта M; для опредѣленія положенія рамки служитъ указатель *i*, двигающійся противъ дуги *ab*, раздѣленной на градусы. Если ось MN представляетъ ось земли, то когда рамка находится въ прямомъ положеніи, снарядъ представляетъ маятникъ, помѣщенный на полюсѣ. Выведемъ шарикъ изъ положенія равновѣсія и осторожно выпустимъ изъ рукъ; вслѣдствіе упругости прута онъ будетъ совершать рядъ качаній по опредѣленному направленію, напр. по направленію, нижней перекладины рамки *mn*. Поворачивая рамку около оси MN, мы увидимъ, что плоскость качаній маятника будетъ дѣлать уголъ съ нижней перекладиною *mn*, и когда ось MN сдѣлаетъ полный оборотъ, придетъ снова въ совпаденіе съ нею.

Черт. 38.



Наклонимъ рамку такъ, чтобы она составляла прямой уголъ съ осью MN. Теперь снарядъ будетъ представлять маятникъ, помѣщенный на экваторѣ. Заставивъ теперь маятникъ качать-

ся по направленію перекладины *mn* и поворачивая рамку около оси MN, мы увидимъ, что отступленія плоскости качаній не будетъ въ этомъ случаѣ: маятникъ во время всего оборота продолжаетъ качаться по направленію перекладины *mn*. Наконецъ, когда мы приведемъ рамку *mon* въ одно изъ среднихъ положеній, то снарядъ будетъ представлять маятникъ, помѣщенный подъ какою нибудь среднею широтою. Заставивъ маятникъ качаться и поворачивая рамку около оси MN, мы увидимъ, что плоскость качаній отступаетъ также, какъ и при вертикальномъ положеніи рамки, но не успѣваетъ сдѣлать полнаго оборота въ то время, когда рамка при обращеніи около оси проходитъ 360°; значитъ скорость отступленія въ этомъ случаѣ меньше, чѣмъ при вертикальномъ положеніи рамки.

Въ этомъ снарядѣ шаръ маятника повѣшенъ на стальномъ прутѣ, а не на нити, только для того, чтобы онъ не принялъ вертикальнаго положенія, когда мы наклоняемъ рамку, что непремѣнно и случилось бы, еслибъ шаръ былъ повѣшенъ на нити, и тогда нельзя было бы на этой модели повѣрить тѣ заключенія, которыя мы вывели теоретически. Но такъ какъ упругость стальнаго прута старается привести шаръ въ положеніе равновѣсія, если онъ выведенъ изъ него, т. е. дѣйствуетъ также какъ тяжесть на обыкновенный маятникъ, то шаръ, повѣшенный на стальномъ прутѣ, будетъ представлять подобіе маятника, и сохраняя плоскость качаній, какъ обыкновенный маятникъ, не придетъ въ вертикальное положеніе при наклоненіи рамки *mon*; въ этихъ случаяхъ вѣсъ шарика заставляетъ прутъ нѣсколько сгибаться и шарикъ не приходится противъ середины нижней перекладины рамки.

43. Отступленіе плоскости качаній было замѣчено и объяснено въ первый разъ въ 1850 году французскимъ ученымъ Фуко, какъ слѣдствіе движенія земли около оси. Для того, чтобы замѣтить это отступленіе, надо употреблять длинный маятникъ, который, разъ получивъ движеніе, сохранялъ бы его долгое время и притомъ могъ бы свободно двигаться во всякой вертикальной плоскости. Лѣтомъ 1852 года Фуко произвелъ свой опытъ въ огромныхъ размѣрахъ надъ маятникомъ въ 223

фута длиною, прикрѣпленномъ въ куполѣ Парижскаго Пантеона Маятникъ состоялъ изъ мѣднаго шара въ 58 фунтовъ вѣсу и повѣшенъ былъ на стальной проволокѣ; для того, чтобы, приводя его въ движеніе, не сообщить ему толчка въ сторону, его выводили изъ вертикальнаго положенія и привязывали нитью къ какому нибудь неподвижному предмету; потомъ эту нить пережигали, и маятникъ, стремясь прійти въ равновѣсіе; начиналъ качаться, дѣлая размахи довольно большіе, которые хотя и уменьшались съ теченіемъ времени, но были еще весьма замѣтны по прошествіи сутокъ. Шаръ маятника снабженъ былъ внизу остріемъ, а подъ нимъ насыпанъ былъ песокъ; остріе при каждомъ новомъ размахѣ проводило на пескѣ новую черту; каждая черта отъ предыдущей отклонялась по направленію отъ О къ W. Въ томъ же году опытъ Фуко былъ повторенъ во многихъ другихъ мѣстахъ и вездѣ было замѣчено отступленіе плоскости качаній отъ О къ W, которое несомнѣнно доказываетъ, что земля вращается около оси отъ W къ О.

Задачи. 35. Сколько верстъ проходитъ въ минуту отъ суточнаго вращенія земли мѣсто, находящееся подъ 60° широты? *От.* 13,03.

36. Опредѣлить разстояніе двухъ городовъ, которыхъ широты 45°38′, разность долготъ 18°14′. *От.*

37. Сколько верстъ пройдутъ отъ суточнаго вращенія земли Москва и Кіевъ въ 8 час. 45′? Широты ихъ 55°45′ и 50°27′ *От.* 7743,3 и 8761,2.

38. Сравнить скорости Петербурга и Одессы; широты 59°57′ и 46°29′. *От.* Почти $^3/_4$.

39. На какой широтѣ находится мѣсто, движущееся вдвое медленнѣе Москвы? *От.* 73°39′21″.

40. Опредѣлить широту мѣста, которое въ t секундъ проходитъ такое же пространство, какое проходитъ въ t_1 секундъ мѣсто, лежащее подъ широтой a. *От.* $x=\arccos\left(\frac{t_1 \cos a}{t}\right)$.

41. Во сколько времени Кола (широта 68°53′) проходитъ 161,85 геогр. миль? *От.* 2 часа.

42. Подъ какой широтой находится мѣсто, проходящее въ 5

час. 45 мин. 7 сек. такое же пространство, какое Архангельскъ (шир. 64°34′) проходитъ въ 10 часовъ? *От*. 41°42′ (въ Россіи—Тифлисъ).

V.

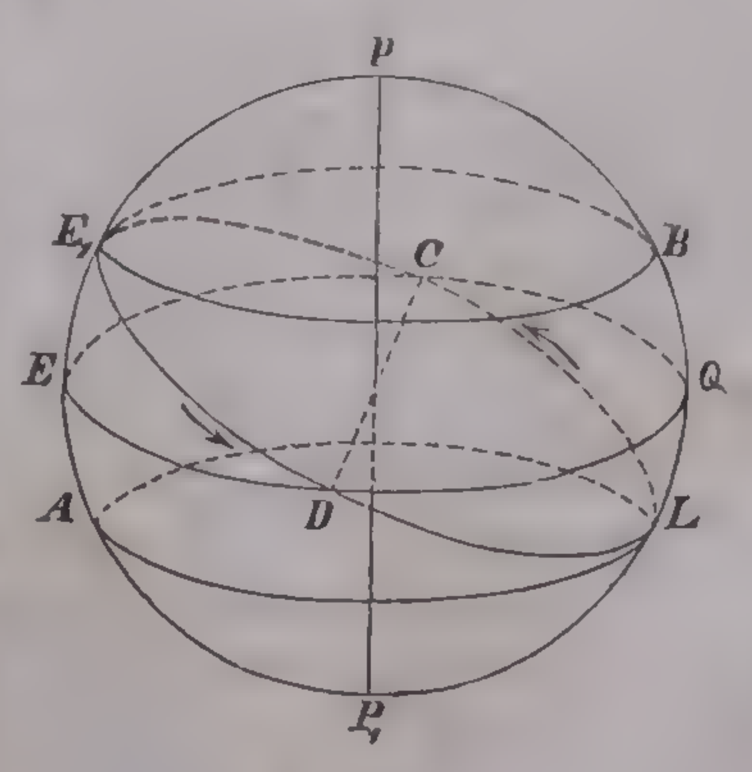
СОЛНЦЕ.

44. Видимое движеніе солнца. Солнце вмѣстѣ съ звѣздами и со всѣми другими свѣтилами участвуетъ въ общемъ суточномъ движеніи около оси міра, которое, какъ мы видѣли, есть только кажущееся, происходящее отъ вращенія земли около оси. Но кромѣ этого движенія солнце имѣетъ еще другое; въ этомъ легко убѣдиться, внимательно слѣдя за закатомъ солнца и появленіемъ первыхъ звѣздъ. Когда солнце скроется подъ горизонтъ и начнутъ появляться звѣзды, замѣтимъ какую нибудь изъ нихъ въ W части горизонта; черезъ нѣсколько дней мы найдемъ, что звѣзда эта перестаетъ быть видима — свѣтъ зари ее затмѣваетъ; слѣд. солнце къ ней приблизилось; еще черезъ нѣкоторое время мы увидимъ звѣзду утромъ уже на восточной сторонѣ горизонта. Такимъ образомъ солнце движется съ W на O и черезъ годъ приходитъ въ прежнее положеніе между звѣздами. Мѣста восхода и заката солнца постоянно измѣняются, такъ что оно иногда восходитъ ближе къ точкѣ N, иногда ближе къ точкѣ S, то есть описываетъ суточные круги, то болѣе то менѣе удаленные отъ экватора, и слѣд. бываетъ отъ него на различныхъ разстояніяхъ. Чтобы наглядно представить себѣ двойное движеніе солнца, суточное и годичное, вообразимъ глобусъ, вращающійся около оси, и положимъ, что на экваторѣ его находится муха, которая медленно переходитъ въ направленіи, противоположномъ вращенію глобуса, по линіи, составляющей съ экваторомъ нѣкоторый уголъ; тогда двойное движеніе мухи — одно вмѣстѣ съ глобусомъ, и другое, вслѣдствіе котораго она переходитъ на глобусѣ отъ одной точки къ другой, изобразитъ движеніе солнца на небесномъ сводѣ.

45. Эклиптика. Чтобы точнѣе опредѣлить путь солнца на небесномъ сводѣ или *орбиту* его, наблюдаютъ ежедневно его

склоненіе и сравниваютъ время прохожденія его черезъ меридіанъ съ временемъ прохожденія какой нибудь звѣзды. Изъ этихъ наблюденій открывается, что 9-го Марта склоненіе солнца равно нулю, то есть оно находится на экваторѣ; потомъ солнце удаляется къ N отъ экватора и 9 Іюня отходитъ отъ него на $23^\circ\frac{1}{2}$; затѣмъ опять приближается къ экватору и вступаетъ на него 9-го Сентября, послѣ переходитъ въ южное полушаріе небеснаго свода и 9-го Декабря находится на разстояніи $23^\circ\frac{1}{2}$ къ S отъ экватора; потомъ опять приближается къ нему до 9-го Марта и т. д. Притомъ, если 9 Марта какая нибудь звѣзда проходила черезъ меридіанъ вмѣстѣ съ солнцемъ, т. е. въ полдень, то въ слѣдуюшіе дни она будетъ проходить все раньше и раньше, а черезъ полгода пройдетъ въ полночь, т. е. солнце удалится отъ нея на 180° или будетъ находиться въ противоположной точкѣ неба. Если мы, основываясь на такихъ наблюденіяхъ, будемъ ежедневно отмѣчать положеніе солнца на небесномъ глобусѣ, то въ теченіе года получимъ рядъ точекъ, соединеніе которыхъ составляетъ замкнутую кривую линію, означающую путь или орбиту солнца около земли и наз. *эклиптикой*; она лежитъ въ одной плоскости и есть большой кругъ, наклоненный къ экватору подъ угломъ $23^\circ\frac{1}{2}$. Точки C и D, въ которыхъ экваторъ EQ (черт. 39) пересѣкается съ эклиптикой E_1L, наз. *точками равноденствій*: C—въ которой солнце переходитъ въ N часть экватора, наз. точкой *весенняго* равноденствія и означается ♈, а D—осенняго и означается ♎. Точка ♈ принимается за начало прямыхъ восхожденій. Точка E_1 и L, въ которыхъ солнце бываетъ во время наибольшаго удаленія отъ экватора, то есть 9 Іюня и 9-го Декабря, наз. точками *лѣт-*


Черт. 39.



няго и *зимняго солнцестоянія* или *поворота* и означаются ♋ и ♑. Двигаясь по эклиптикѣ, солнце участвуетъ и въ общемъ движеніи свода; 9 Марта и 9 Сентября оно движется по небесному экватору, и какъ этотъ кругъ дѣлитъ горизонты всѣхъ мѣстъ пополамъ, то въ это время на всей землѣ день равенъ ночи; 9 Іюня и 9 Декабря солнце описываетъ параллели E_1B и LA, называемыя *тропиками рака* и *козерога*. Такимъ образомъ, еслибъ солнце отъ своего годичнаго движенія оставляло на небѣ слѣдъ, то этотъ слѣдъ представлялъ бы эклиптику; если же оно оставляло бы слѣдъ и отъ суточнаго и отъ годичнаго движенія, то онъ былъ бы нѣкоторая винтообразная линія.

46. **Зодіакъ.** Во время годичнаго движенія солнце бываетъ послѣдовательно между различными звѣздами, которыя еще въ глубокой древности были раздѣлены на 12 группъ или созвѣздій, названныхъ по бóльшей части именами различныхъ животныхъ, отчего и полоса неба, занимаемая этими созвѣздіями, получила названіе *зодіака* (кругъ животныхъ), а созвѣздія ея названіе *зодіакальныхъ*. Самая окружность эклиптики раздѣляется на 12 равныхъ частей, называемыхъ *знаками зодіака*; они имѣютъ такія же названія, какъ и созвѣздія, а именно: *овенъ* — ♈, *телецъ* — ♉, *близнецы* — ♊, *ракъ* — ♋, левъ — ♌, *дѣва* — ♍, *вѣсы* — ♎, *скорпіонъ* — ♏, *стрѣлецъ* — ♐, *козерогъ* — ♑, *водолей* — ♒, *рыбы* — ♓. Когда солнце вступаетъ въ точку весенняго равноденствія, то оно входитъ въ знакъ овна; подвинувшись на 30° къ O отъ точки весенняго равноденствія, оно переходитъ въ знакъ ♉; когда оно отойдетъ на 90°, то вступитъ въ знакъ ♋ и т. д.

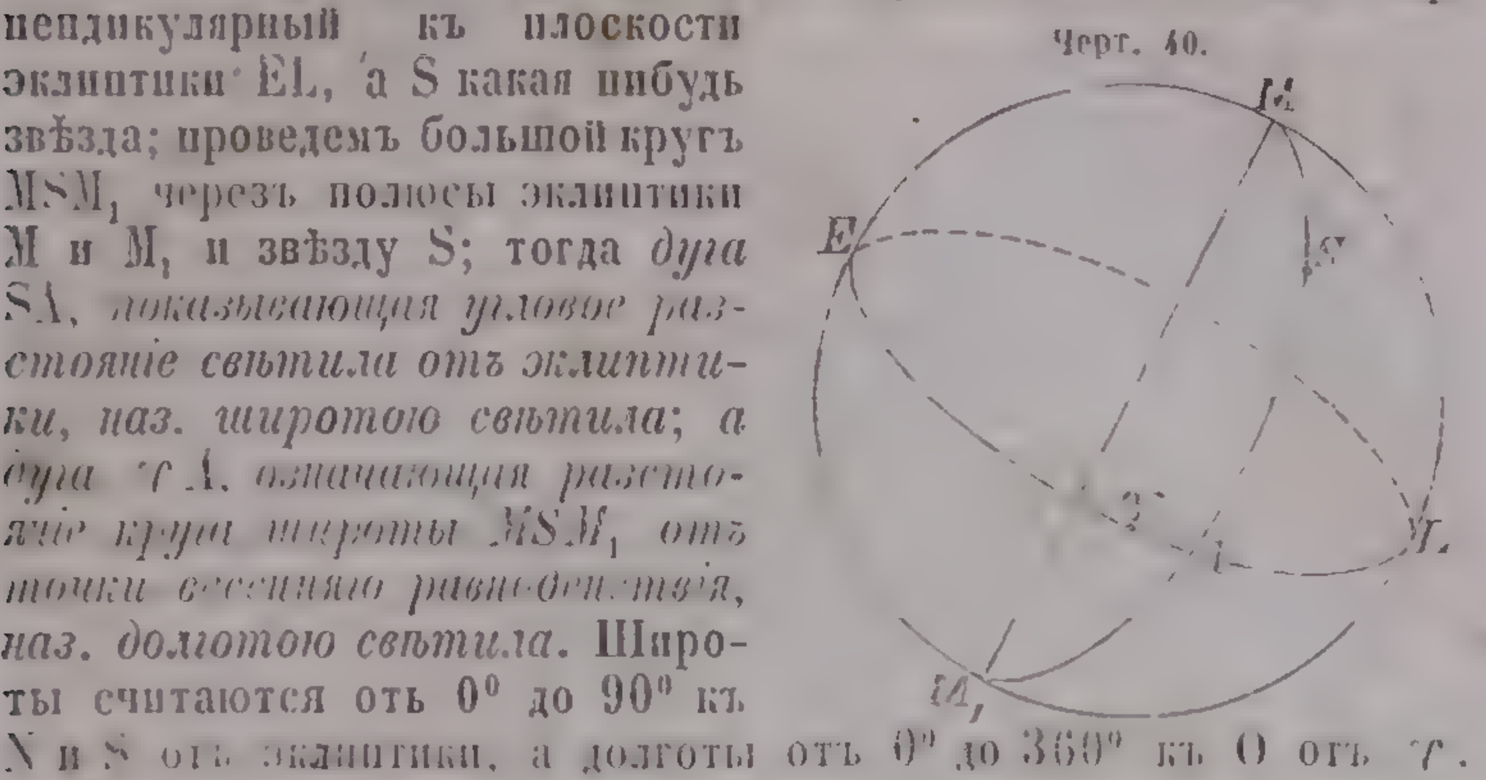
Замѣтимъ однако, что знаки зодіака не соотвѣтствуютъ созвѣздіямъ того же имени; именно когда солнце находится въ знакѣ ♈, то оно находится въ созвѣздіи рыбъ, знакъ ♎ соотвѣтствуетъ созвѣздію близнецовъ и т. д. Причину этого явленія мы объяснимъ въ послѣдствіи.

47. **Астрономическая широта и долгота.** Зная положеніе эклиптики на сводѣ небесномъ, мы можемъ опредѣлять относительно ея положенія свѣтилъ, подобно тому, какъ мы опредѣляли ихъ относительно экватора. Дуги, помощію которыхъ

опредѣляются эти положенія, наз. *широтою и долготою свѣтила.*

Пусть MM_1 (черт. 40) будетъ діаметръ небеснаго свода, перпендикулярный къ плоскости эклиптики EL, а S какая нибудь звѣзда; проведемъ большой кругъ MSM_1 черезъ полюсы эклиптики M и M_1 и звѣзду S; тогда *дуга* SA, *показывающая угловое разстояніе свѣтила отъ эклиптики, наз. широтою свѣтила*; а *дуга* ♈A, *означающая разстояніе круга широты* MSM_1 *отъ точки весенняго равноденствія, наз. долготою свѣтила.* Широты считаются отъ 0° до 90° къ N и S отъ эклиптики, а долготы отъ 0° до 360° къ O отъ ♈.

Черт. 40.



Вопросы. Каково склоненіе и прямое восхожденіе солнца въ дни равноденствій? въ кратчайшій и длиннѣйшій дни? Когда солнце восходитъ въ точкѣ O и заходитъ въ точкѣ W? Когда солнце восходитъ и заходитъ въ точкахъ, наиболѣе удаленныхъ отъ точекъ O и W?

48. Точное опредѣленіе фигуры солнечной орбиты. Мы видѣли, что солнце въ теченіе года описываетъ около земли большой кругъ, наклоненный къ экватору подъ угломъ $23^0 1/_2$; разсмотримъ теперь, есть ли орбита солнца дѣйствительно кругъ или какая нибудь другая сомкнутая линія, которая только представляется на сводѣ въ видѣ круга. Если мы будемъ ежедневно наблюдать *видимый діаметръ солнца*, т. е. *тотъ уголъ, который образуютъ лучи зрѣнія, идущіе отъ глаза къ двумъ противоположнымъ точкамъ солнечнаго круга*, то мы увидимъ, что онъ измѣняется въ теченіе года, именно *лѣтомъ онъ меньше, чѣмъ зимою*; и такъ какъ нѣтъ причины думать, что величина солнца дѣйствительно измѣняется, то слѣд. измѣняется его разстояніе отъ насъ, и *зимой солнце ближе къ землѣ, чѣмъ лѣтомъ.* (Замѣтимъ, что видимый діаметръ солнца и вообще всякаго свѣтила можно измѣрить, опредѣляя посредствомъ угломѣрнаго снаряда высоты верхней и нижней точки

его надъ горизонтомъ; разность этихъ высотъ и будетъ видимый діаметръ; можно также опредѣлить время, въ теченіе котораго весь дискъ солнца пройдетъ черезъ меридіанъ и превратить это время въ дугу, зная что 1 секунда времени $= 15''$. Вмѣстѣ съ разстояніемъ солнца отъ земли измѣняется и скорость, съ которою оно движется по эклиптикѣ; иначе говоря — *дуга, проходимая солнцемъ въ теченіе сутокъ, бываетъ различна въ различныя времена года; когда солнце отъ насъ дальше, то оно движется медленнѣе—и наоборотъ*. Это неравенство разстояній и скоростей солнца было замѣчено еще двѣ тысячи лѣтъ тому назадъ Родосскимъ астрономомъ Гиппархомъ, который предположилъ, что солнце описываетъ около земли кругъ, но земля не находится въ центрѣ этого круга; притомъ движеніе солнца, по мнѣнію Гиппарха, равномѣрно, то есть солнце проходитъ въ каждыя сутки одинакія дуги; но намъ это движеніе кажется не равномѣрнымъ потому, что мы смотримъ на эти дуги съ различныхъ разстояній, и потому онѣ представляются намъ не равными. Такая гипотеза на первый разъ кажется удовлетворительною; однакожъ не трудно показать, что она несправедлива. Дѣйствительно, пусть $SABS_1$ (черт. 41) будетъ кругъ, описываемый солнцемъ около земли T; S— мѣсто солнца въ наименьшемъ удаленіи отъ земли, S_1—въ наибольшемъ; положимъ, что солнце движется равномѣрно и въ равныя времена проходитъ двѣ равныя дуги $SA = S_1B$: такъ какъ на дугу SA мы смотримъ вблизи, то намъ будетъ казаться, что она больше S_1B; иначе говоря, величину дуги SA мы опредѣляемъ угломъ зрѣнія STA, а величину S_1B угломъ S_1TB; а второй уголъ меньше перваго.

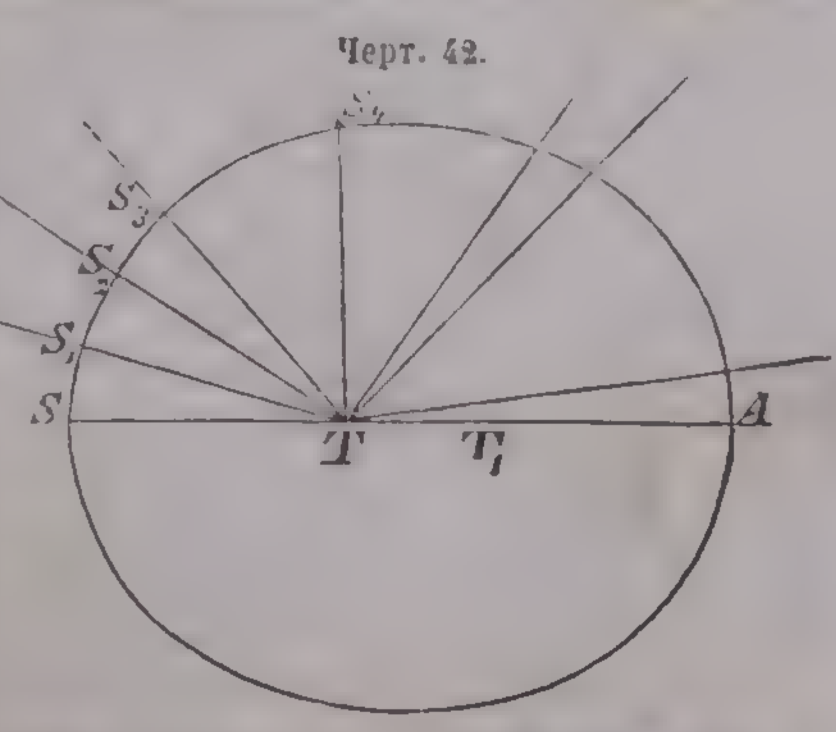
Черт. 41.

Если дуги SA и S_1B не велики, то мы можемъ считать, что онѣ описаны радіусами TS и TS_1; назовемъ число

градусовъ дуги SA черезъ n, а число градусовъ дуги S_1B черезъ n_1, тогда $SA=\frac{2\pi.ST.n}{360^0}$, $S_1B=\frac{2\pi.S_1T.n_1}{360^0}$; но $SA=S_1B$, слѣд. $\frac{2\pi.ST.n}{360^0}=\frac{2\pi.S_1T.n_1}{360^0}$, откуда $\frac{n}{n_1}=\frac{S_1T}{ST}$, то есть угловыя скорости солнца должны быть обратно пропорціональны его разстояніямъ отъ земли. Съ другой стороны—чѣмъ предметъ отъ насъ дальше, тѣмъ онъ кажется намъ меньше, слѣд. видимые діаметры солнца также обратно пропорціональны разстояніямъ; а потому если гипотеза вѣрна, то *угловыя скорости солнца должны быть прямо пропорціональны его видимымъ діаметрамъ, или отношеніе между наибольшей и наименьшей скоростью должно равняться отношенію между наибольшимъ и наименьшимъ діаметромъ*; наблюденія показали, что видимые діаметры измѣняются отъ 32′36″=1956″ до 31′31″=1891″; а скорости отъ 1°1′10″=3670″ до 57′11″=3431″; такъ какъ отношеніе первыхъ двухъ чиселъ=1,03437; а вторыхъ=1,06966, то заключаемъ, что гипотеза не вѣрна, и слѣд. *солнце движется около земли не равномѣрно.*

49. Истинную фигуру солнечнаго пути можно опредѣлить слѣдующимъ образомъ. Возьмемъ произвольную точку T (черт. 42) и положимъ, что она означаетъ землю, а линія ST пусть будетъ наименьшее разстояніе солнца отъ земли, въ которомъ солнце бываетъ 19-го Декабря; послѣ этого опредѣлимъ угловую скорость солнца отъ 19 до 20 Декабря n построимъ при T уголъ S_1TS, равный этой скорости; потомъ такимъ же образомъ отложимъ скорость отъ 20 до 21 и т. д. для цѣлаго года; получимъ рядъ линій, по направленію которыхъ находилось солнце во время своего годичнаго движенія. Чтобъ опредѣлить положенія солнца на этихъ линіяхъ, будемъ еже-

Черт. 42.

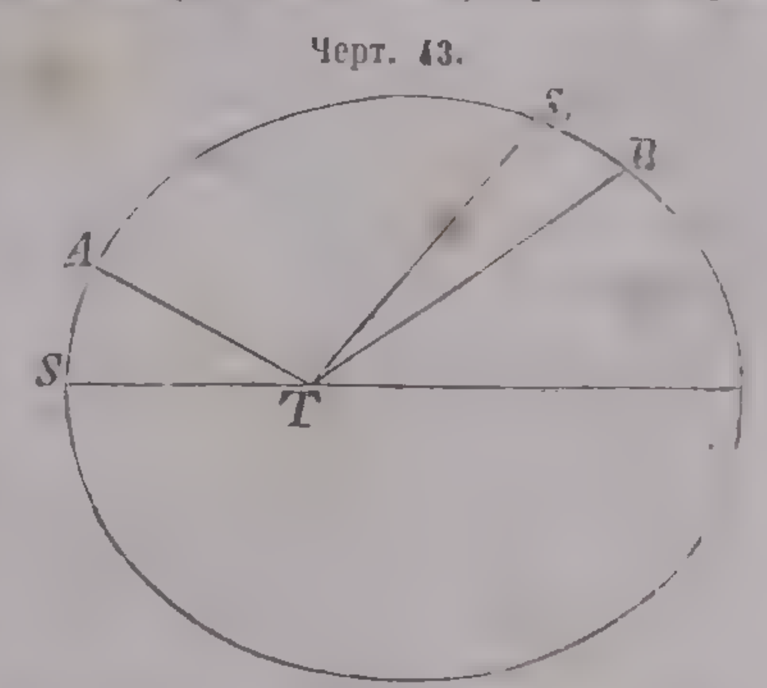


дневно наблюдать его видимый діаметръ и тогда изъ отношеній видимыхъ діаметровъ опредѣлимъ отношеніе разстояній; такъ чтобъ означить положеніе солнца на линіи TS_4, должно на этой линіи отложить часть, которая была бы во столько разъ больше TS, во сколько видимый діаметръ солнца въ S больше видимаго діаметра въ S_4; такимъ образомъ получимъ рядъ точекъ, въ которыхъ находилось солнце въ каждыя сутки во время своего движенія по эклиптикѣ. Соединяя всѣ эти точки, получимъ линію солнечнаго пути, и увидимъ, что она есть *эллипсисъ, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится земля*. Чтобъ повѣрить это, означимъ другой фокусъ T_1, отложивъ отъ точки A линію $AT_1=ST$; потомъ укрѣпимъ въ точкахъ T и T_1 нить, которой длина равна большой оси SA, и опишемъ эллипсисъ; тогда этотъ эллипсисъ будетъ вездѣ сливаться съ начерченной кривой; значитъ эта послѣдняя и есть дѣйствительно эллипсисъ. Конечно, этотъ способъ былъ бы слишкомъ грубъ, и нужно наше заключеніе оправдать точнѣе— вычисленіемъ. Зная отношеніе между наибольшимъ и наименьшимъ разстояніями, можно найти эксцентрицитетъ эллипсиса и потомъ вычислить разстояніе для всякаго времени; сравнивая эти разстоянія съ тѣми, которыя найдемъ изъ непосредственныхъ измѣреній видимыхъ діаметровъ, получимъ совершенно согласные результаты. Такимъ образомъ *солнце движется около земли по эллипсису, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится земля*. Этотъ законъ открытъ астрономомъ *Кеплеромъ*, и мы увидимъ въ послѣдствіи, что его слѣдуетъ измѣнить такъ, что во первыхъ не солнце около земли, а земля около солнца описываетъ эллипсисъ, и во вторыхъ, что тому же закону подчиняются всѣ планеты.

50. **Законъ сохраненія площадей.** Мы видѣли, что угловыя скорости солнца не пропорціональны его видимымъ діаметрамъ; но всматриваясь въ ряды чиселъ, выражающихъ тѣ и другіе, Кеплеръ замѣтилъ, что угловыя скорости пропорціональны квадратамъ видимыхъ діаметровъ; дѣйствительно, мы видѣли, что отношеніе между наибольшей и наименьшей скоростью есть 1,06966, а между діаметрами = 1,03437; если второе изъ этихъ чиселъ возвести въ квадратъ, то получится первое: а

такъ какъ видимые діаметры обратно пропорціональны разстояніямъ, то слѣд. *угловыя скорости солнца обратно пропорціональны квадратамъ разстояній*; такимъ образомъ назвавъ v, v_1, v_2... угловыя скорости, а r, r_1, r_2... соотвѣтствующія имъ разстоянія, получимъ $\frac{v}{v_1}=\frac{r_1^2}{r^2}; \frac{v_1}{v_2}=\frac{r_2^2}{r_1^2}$ . . . . . , откуда $vr^2=v_1r_1^2=v_2r_2^2=\ldots$, т. е. *произведеніе угловой скорости на квадратъ разстоянія есть величина постоянная*. Это и составляетъ второй законъ Кеплера. Его можно перевести въ геометрическое выраженіе. Пусть SAS_1B (черт. 43) будетъ орбита солнца; $SA=v$ и $S_1B=v_1$ скорости его въ различныхъ частяхъ орбиты на разстояніяхъ $TS=r$ и $TS_1=r_1$ отъ земли. Если промежутокъ времени, въ который солнце описываетъ дуги SA и S_1B, не великъ, напр. сутки, то въ теченіе этого времени разстояніе солнца отъ земли измѣнится весьма мало, и мы можемъ принять SA и S_1B за дуги круговъ, описанныхъ радіусами $TS=r$ и $TS_1=r_1$. Опредѣлимъ площади секторовъ STA и S_1TB. Площадь сектора во столько разъ меньше площади круга, во сколько число градусовъ въ дугѣ сектора меньше $360°$; поэтому, положивъ $STA=m$ и $S_1TB=m_1$, получимъ $\frac{m}{\pi r^2}=\frac{v}{360°}; \frac{m_1}{\pi r_1^2}=\frac{v_1}{360°}$, откуда $m=\frac{\pi}{360}\cdot vr^2$; $m_1=\frac{\pi}{360}\cdot v_1r_1^2$.

Черт. 43.

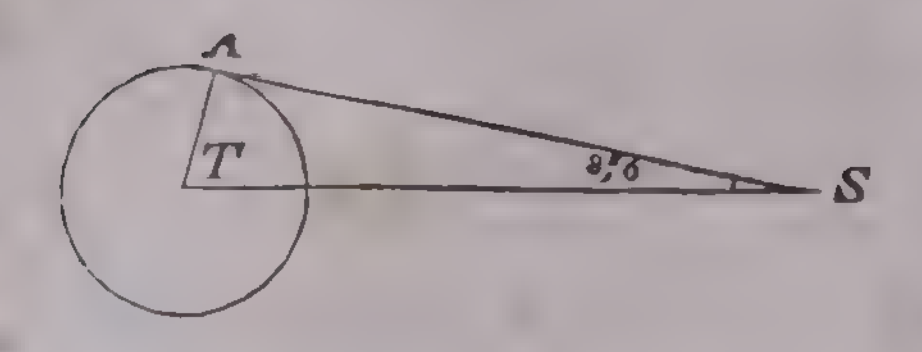


Но по предъидущему $vr^2=v_1r_1^2$, слѣд. $m=m_1$; то есть площади секторовъ, описанныхъ въ равныя времена линіями, соединяющими солнце съ землею, или радіусами векторами, равны между собою; а потому во время, вдвое, втрое . . . большее, радіусъ векторъ опишетъ и площадь вдвое, втрое. . . . большую, такъ что второй законъ Кеплера можно выразить слѣд. образомъ: *площади, описываемыя радіусами векторами, пропорціональны временамъ*. Этотъ законъ извѣстенъ подъ названіемъ *закона сохраненія площадей*.

51. Разстояніе солнца отъ земли. Мы опредѣлили фигуру пути, описываемаго солнцемъ около земли, и законы движенія солнца. Теперь мы должны опредѣлить истинные размѣры орбиты солнца, т. е. среднее разстояніе солнца отъ земли. Пусть

T (черт. 44) будетъ центръ земли, S — центръ солнца; вообразимъ изъ S касательную SA къ землѣ и построимъ треуг. SAT, прямоугольный при A; въ этомъ треуг. извѣстна линія AT — радіусъ земли и прямой уголъ A; еслибъ былъ извѣстенъ

Черт. 44.



еще уголъ AST, то треуг. можно бы было рѣшить и вычислить сторону TS; этотъ уголъ AST наз. *горизонтальнымъ параллаксомъ солнца*; какимъ образомъ можно опредѣлить его изъ наблюденій, это мы объяснимъ въ послѣдствіи; а теперь замѣтимъ только, что средняя величина его = 8'', 6; то есть если бы смотрѣть на землю изъ центра солнца, то она показалась бы маленькимъ кружкомъ, котораго діаметръ (17'', 2) въ 112 разъ меньше видимаго нами діаметра солнца = 32' Изъ треуг. AST имѣемъ AT = TS. Sin 8'', 6, откуда $TS = \frac{AT}{\text{Sin } 8'', 6}$ $= \frac{1}{\text{Sin } 8'', 6}$, принимая радіусъ земли за единицу; вычисливъ по логариѳмамъ это выраженіе, найдемъ, что среднее разстояніе солнца отъ земли = 24000 земнымъ радіусамъ или 20 милліонамъ геогр. миль. Это разстояніе измѣняется отъ 23600 до 24400 земн. рад.; отсюда видно, что эллипсисъ, описываемый солнцемъ, весьма мало отличается отъ круга.

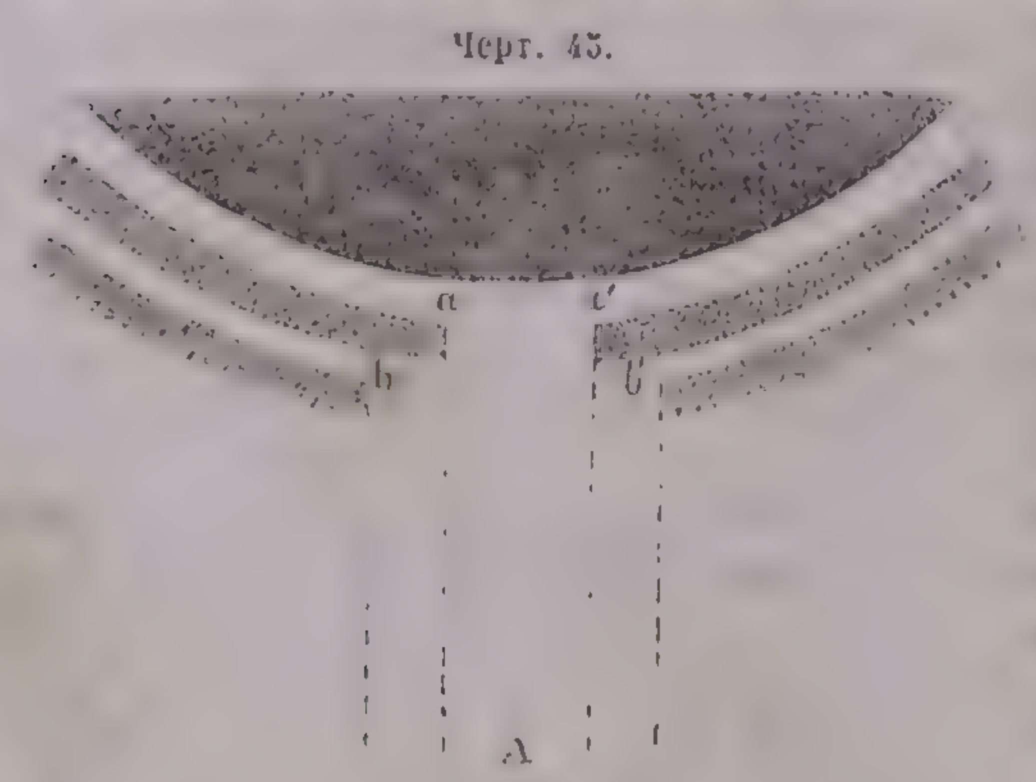
32. **Величина солнца.** Такъ какъ діаметръ солнца кажется намъ въ 112 разъ больше, чѣмъ казался бы наблюдателю на солнцѣ діаметръ земли, то слѣд. и истинный діаметръ солнца въ 112 разъ больше діаметра земли. Солнце всегда представляется намъ кругомъ, а между тѣмъ, какъ мы увидимъ дальше, оно обращается къ намъ различными своими сторонами; изъ этого мы должны заключить, что оно есть шаръ; а извѣстно изъ Геометріи, что поверхности шаровъ относятся какъ квадраты, а объемы какъ кубы радіусовъ; слѣд. поверхность солнца въ 112^2 или въ 13000, а объемъ его въ 112^3 или

почти въ полтора милліона разъ больше поверхности и объема земли.

53. **Физическое строеніе солнца.** Если разсматривать солнце въ зрительную трубу, на окуляръ которой надѣто темноцвѣтное стекло, то оно представится въ видѣ свѣтлаго диска или круга, на поверхности котораго находятся неправильныя черныя пятна различной величины; эти пятна движутся по солнечному кругу; если замѣтить какое нибудь пятно на восточномъ краѣ солнца, то оно будетъ постепенно приближаться къ центру солнца и при этомъ расширяться; когда оно будетъ въ самой центральной части, т. е. когда мы смотримъ на пятно такъ, что лучи зрѣнія перпендикулярны къ его плоскости, то размѣры пятна наибольшіе; далѣе пятно подвигается къ западному краю, размѣры его уменьшаются, оно исчезаетъ и черезъ нѣсколько времени появляется снова на западной сторонѣ солнца. Изъ такихъ наблюденій заключили, что солнце есть шаръ, вращающійся съ W на O около оси, почти перпендикулярной къ плоскости эклиптики, въ 25 дней. Наглядно можно представить эти явленія, если наклеить черную бумажку на какой нибудь шаръ, напр. на бѣлый матовый колпакъ лампы, и вращать этомъ шаръ около оси, почти перпендикулярной къ лучу зрѣнія: бумажка представитъ пятно, которое будетъ измѣнять свою величину такъ, какъ показано выше. Кромѣ черныхъ пятенъ на солнечномъ дискѣ замѣчаются мѣста, болѣе свѣтлыя, чѣмъ окружающія ихъ части; эти свѣтлыя пятна наз. *свѣточами* (faculae). Относительно движенія онѣ представляютъ совершенно такія же явленія, какъ и черныя пятна. Солнечныя пятна очень непостоянны; онѣ появляются вообще въ полосѣ солнца, лежащей не дальше 25° отъ его экватора; размѣры ихъ весьма различны; нѣкоторыя достигаютъ величины, въ десять разъ большей земнаго діаметра, какъ это можно вычислить, измѣривъ ихъ видимые діаметры. Бываютъ года, когда вовсе невидать пятенъ на солнцѣ. Вилльямъ Гершель замѣтилъ, что передъ появленіемъ каждаго новаго пятна является сперва одна только точка или, какъ онъ называетъ, пора; она растетъ болѣе и болѣе и переходитъ въ пятно, окруженное менѣе темнымъ

пространствомъ — *полутѣнью*. Наблюденія надъ образованіемъ пятенъ привели В. Гершеля къ слѣдующей гипотезѣ о физическомъ устройствѣ солнца. Солнце состоитъ изъ темнаго ядра, окруженнаго на нѣкоторомъ разстояніи отъ поверхности слоемъ атмосферы, которую можно сравнить съ земной, когда въ этой послѣдней непрерывно разстилается слой темныхъ облаковъ. Надъ этой атмосферой находится другая, свѣтящаяся — *фотосфера*, которая и представляется намъ солнечнымъ дискомъ. Обѣ атмосферы не прозрачны и закрываютъ отъ насъ темное тѣло солнца; когда же онѣ въ слѣдствіе какой нибудь, неизвѣстной намъ, причины раздвигаются, то въ образовавшіяся такимъ образомъ окна мы и видимъ темное тѣло солнца въ видѣ пятна на его дискѣ. Если отверстіе въ фотосферѣ будетъ больше отверстія въ атмосферѣ, то наблюдатель черт. 45, увидитъ въ aa' часть солнца въ видѣ чернаго пятна и вокругъ него часть bb' темной атмосферы, которая представится полутѣнью. При разрывѣ атмосферы матерія ея, находившаяся прежде на мѣстѣ отверстія, скопляется у его краевъ; а чѣмъ больше этой, отражающей свѣтъ, матеріи, тѣмъ сильнѣе отраженіе; поэтому полутѣнь свѣтлѣе на краяхъ, ближайшихъ къ пятну. Свѣтящаяся матерія фотосферы, раздвигаясь при образованіи отверстія, также скопляется у его краевъ—это и есть причина того, что подлѣ пятенъ замѣчаются наиболѣе свѣтлыя мѣста. Наконецъ и вообще вся поверхность солнца испещрена какъ бы блестящими рубчиками, блескъ которыхъ не ровенъ; по мнѣнію Араго, это можно объяснить тѣмъ, что поверхность фотосферы волнообразна. Изъ наблюденій надъ полными солнечными затмѣніями нуж-

Черт. 45.



но заключить, что надъ фотосферой, на нѣкоторомъ разстояніи, есть еще третья атмосфера — прозрачная. Вѣроятность этой гипотезы о строеніи солнца подтверждается опытами Араго, который помощью поляризаціи свѣта доказалъ, что свѣтъ солнца происходитъ отъ вещества газообразнаго, и что слѣд. фотосфера дѣйствительно существуетъ. Наконецъ солнце всегда сопровождается блѣднымъ сіяніемъ, распространяющимся въ плоскости эклиптики на большое разстояніе—50°, и называемымъ *зодіакальнымъ свѣтомъ*; ширина его отъ 8 до 30°. У насъ онъ виденъ весною на W послѣ заката солнца и осенью на O передъ утренней зарей; въ странахъ же экваторіальныхъ его можно видѣть почти ежедневно.

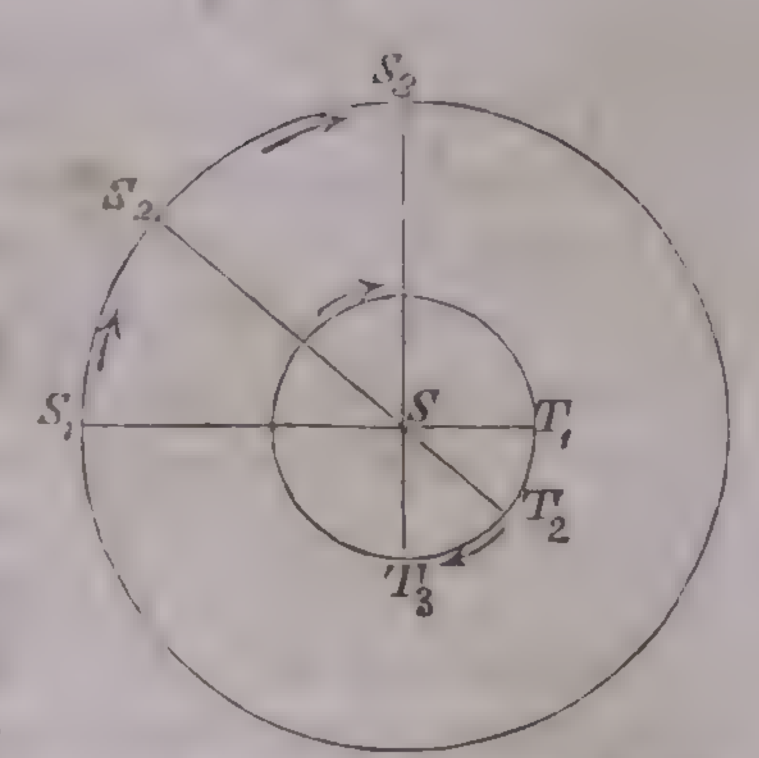
VI.

ДВИЖЕНІЕ ЗЕМЛИ ОКОЛО СОЛНЦА.

54. Мы уже доказали, что суточное движеніе небеснаго свода отъ O къ W есть только кажущееся, происходящее отъ того, что земля движется около оси по противному направленію. Послѣ тѣхъ свѣдѣній, которыя мы пріобрѣли о величинѣ солнца, естественно возникаетъ вопросъ: можетъ ли такое огромное тѣло двигаться около ничтожной въ сравненіи съ нимъ земли? и не есть ли движеніе солнца только видимое, зависящее отъ движенія земли около солнца? Въ рѣшеніи этого вопроса мы пойдемъ такимъ путемъ: покажемъ прежде всего, что видимыя явленія останутся однѣ и тѣ же, предположимъ ли мы солнце стоящимъ, а землю въ движеніи—или наоборотъ; потомъ посмотримъ, какое изъ этихъ двухъ предположеній вѣроятнѣе, и наконецъ, показавши, что бо́льшая вѣроятность на сторонѣ предположенія о движеніи земли, найдемъ такія явленія, которыя могутъ служить прямыми доказательствами этого движенія и которыхъ нельзя объяснить, не допустивши его.

55. Положимъ, что S (черт. 46) есть солнце, около котораго обращается земля T отъ W къ O, по направленію стрѣлки; кругъ $S_1S_2S_3$ пусть будетъ небесный сводъ, та отдаленная сфера,

Черт. 46.

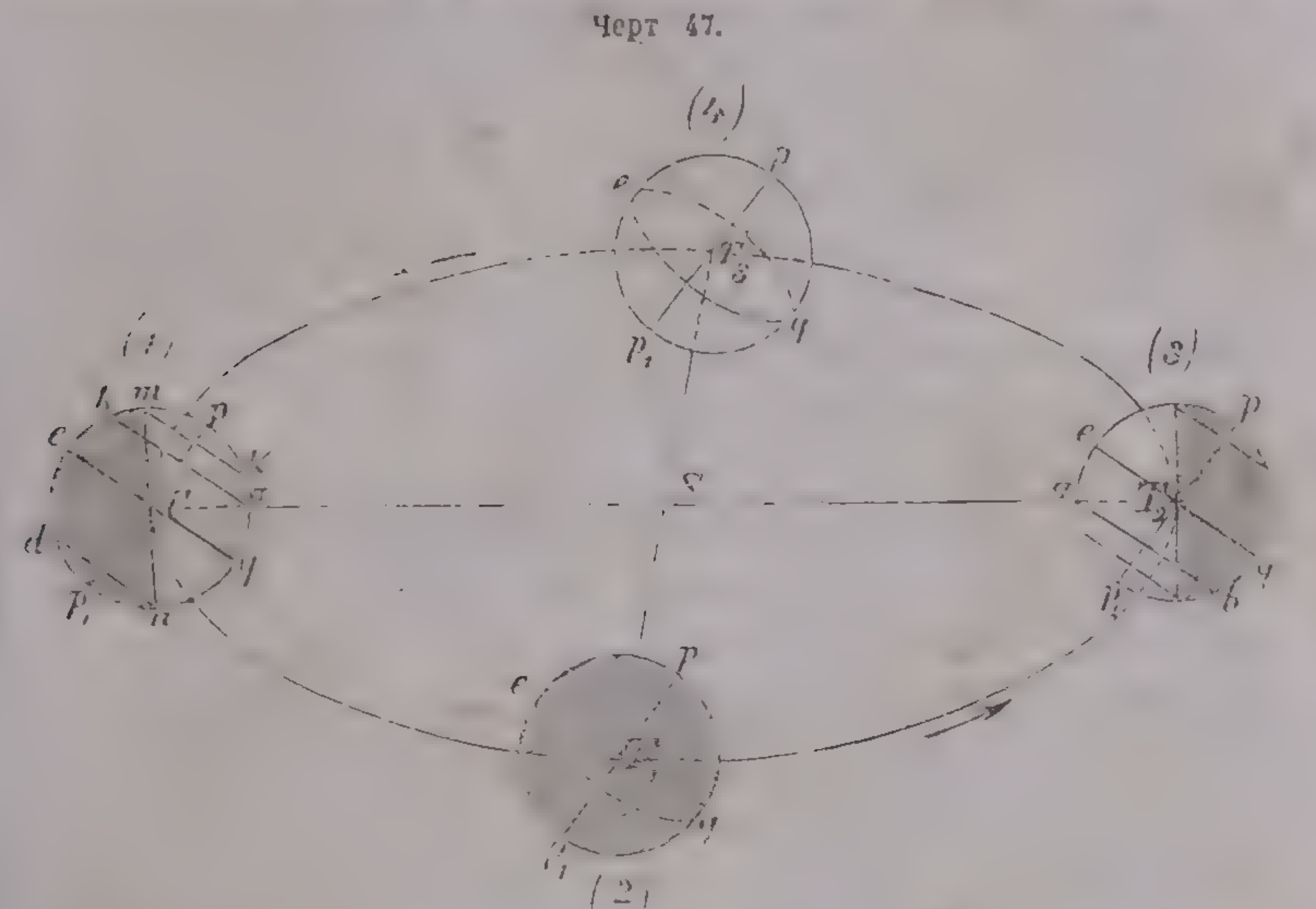


на которой мы видимъ всѣ небесныя тѣла. Когда земля находится въ T_1, то мы видимъ солнце на сводѣ въ S_1; когда земля перейдетъ въ T_2, то солнце мы увидимъ въ S_2; изъ T_3 солнце будетъ видно въ S_3...; то есть при движеніи земли солнце будетъ казаться перемѣщающимся на сводѣ небесномъ по тому же направленію и съ той же скоростью, съ какою движется земля; такъ когда земля пройдетъ дугу T_1T_2, то и солнце пройдетъ дугу S_1S_2, которая по числу градусовъ $= T_1T_2$. И такъ видимыя явленія останутся однѣ и тѣ же, допустимъ ли мы движеніе солнца или движеніе земли. И принимая вторую гипотезу, мы должны сказать, что земля описываетъ около солнца эллипсисъ, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится солнце; та точка, въ которой земля находится въ ближайшемъ разстояніи отъ солнца, наз. *перигеліемъ*; наиболѣе отдаленная —*афеліемъ*. Покажемъ теперь, что, предположивши движеніе земли, можно объяснить также и другія явленія, зависящія отъ солнца, именно — продолжительность дней и ночей и времена года.

56. Времена года. Такъ какъ ось земли всегда встрѣчаетъ небесный сводъ въ однѣхъ и тѣхъ же точкахъ—полюсахъ міра, то допуская годичное движеніе земли, мы должны предположить, что *при этомъ движеніи ось земли остается сама себѣ параллельною*, и что размѣры земной орбиты безконечно малы сравнительно съ разстояніемъ отъ насъ звѣздъ; такъ какъ экваторъ наклоненъ къ эклиптикѣ подъ угломъ $23°^1/_2$, то слѣд. ось земли наклонена къ плоскости ея орбиты подъ угломъ $66°^1/_2$: иначе говоря—земная ось съ проекціей ея на эклиптику составляетъ уголъ $66°^1/_2$. Эта проекція, при движеніи земли, будетъ образовать различные углы съ радіусомъ, соединяющимъ центры солнца и земли. Положимъ, что (черт. 47) линія $TT_1T_2T_3$

представляетъ перспективное изображенiе эклиптики, которую для простоты будемъ принимать за кругъ, такъ какъ и въ дѣйствительности она не много отличается отъ круга. Когда земля

Черт 47.



придетъ въ такое положенiе (1), что плоскость, проходящая чрезъ ея ось pp_1 перпендикулярно къ эклиптикѣ, пересѣчется съ этой послѣдней по радiусу TS, то проекцiя земной оси на эклиптику совпадетъ съ TS и уг. $STp=66^{\circ}\frac{1}{2}$, а потому дуга $aq=23^{\circ}\frac{1}{2}$, то есть солнце будетъ въ зенитѣ для мѣстъ, лежащихъ на $23^{\circ}\frac{1}{2}$ къ N отъ экватора, или его склоненiе будетъ $23^{\circ}\frac{1}{2}$ N, и намъ будетъ казаться, что оно на небѣ описываетъ при суточномъ движенiи тропикъ рака, т. е. это будетъ моментъ *лѣтняго солнцестоянiя* Солнце всегда освѣщаетъ только половину земли, и чтобы отдѣлить освѣщенную часть отъ темной, проведемъ плоскость *mn*, перпендикулярную къ ST; она будетъ перпендикулярна и ко всѣмъ лучамъ, падающимъ на землю, такъ какъ эти лучи, по причинѣ огромнаго разстоянiя солнца, можно считать параллельными; тогда полушарiе, лежащее на чертежѣ вправо отъ этой плоскости, будетъ освѣщено, а влѣво—нѣтъ; во время суточнаго движенiя для каждой

точки паралели *al*, называемой *тропикомъ рака*, солнце въ полдень будетъ въ зенитѣ; такъ какъ плоскость *mn* проходитъ черезъ центръ земли, то она дѣлитъ экваторъ пополамъ, слѣд. на экваторѣ день равенъ ночи; мѣста, лежащія къ N отъ экватора, будутъ, какъ видно по чертежу, находиться большую часть сутокъ въ освѣщенной сторонѣ, и слѣд. въ нихъ день больше ночи; въ мѣстахъ, лежащихъ на паралели *km* и къ N отъ нея, вовсе не будетъ ночи; паралель *km* наз. *сѣвернымъ полярнымъ кругомъ*; разстояніе ея отъ N полюса измѣряется дугою *mp*=*aq* (такъ какъ углы *mTp* и *aTq* имѣютъ стороны взаимно перпендикулярныя)=$23^0 1/_2$. Такъ какъ на полюсѣ горизонтъ паралеленъ экватору, а солнце въ это время отстоитъ отъ экватора на $23^0 1/_2$, то слѣд. высота солнца на полюсѣ будетъ $23^0 1/_2$, а на экваторѣ $66^0 1/_2$. Мѣста южнаго полушарія будутъ наоборотъ большую часть сутокъ находиться въ неосвѣщенномъ пространствѣ; въ нихъ слѣд. день короче ночи, и тѣмъ короче, чѣмъ ближе мѣсто къ S полюсу; начиная съ паралели *nd*, находящейся на разстояніи $23^0 1/_2$ отъ S полюса и называемой *южнымъ полярнымъ кругомъ*, будетъ постоянная ночь. Такъ какъ въ этомъ положеніи N полушаріе земли получаетъ отъ солнца лучи подъ бо́льшимъ угломъ и притомъ каждое мѣсто бо́льшее время подвергается ихъ дѣйствію, чѣмъ на S полушаріи, то слѣд. на первомъ будетъ гораздо теплѣе, чѣмъ на второмъ. Когда земля, двигаясь по направленію стрѣлки и сохраняя паралельность своей оси, придетъ въ положеніе 3), то произойдутъ обратныя явленія; солнце будетъ въ зенитѣ мѣстъ, лежащихъ на паралели *ab*, отстоящей на $23^0 1/_2$ къ S отъ экватора и называемой *тропикомъ козерога*; это моментъ *зимняго солнцестоянія*. Въ это время въ N полушаріи день короче ночи; мѣста, лежащія между N полярнымъ кругомъ и полюсомъ, будутъ вовсе не освѣщены; въ S—на оборотъ. Въ положеніяхъ, промежуточныхъ между 1) и (3), плоскость, проходящая черезъ ось земли перпендикулярно къ эклиптикѣ, или плоскость проекціи, не будетъ уже пересѣкаться съ эклиптикой по радіусу; а радіусъ будетъ дѣлать съ проекціей оси и съ плоскостью проекцій все бо́льшіе и бо́льшіе углы, и когда зем-

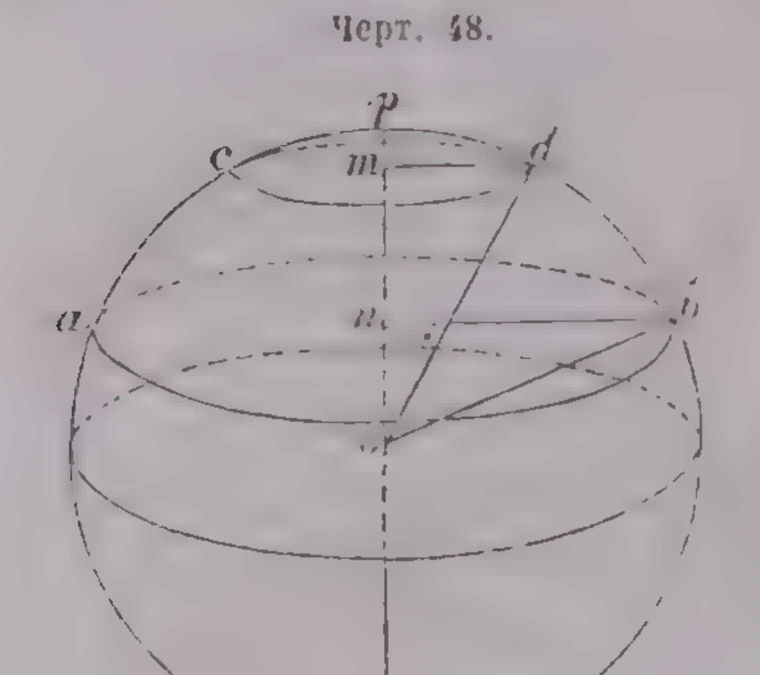
ля придетъ въ положеніе (2), то радіусъ T_1S будетъ уже перпендикуляренъ къ плоскости проекцій, а слѣд. и къ оси pp_1, какъ находящейся въ этой плоскости, а такъ какъ и экваторъ перпендикуляренъ къ оси, то слѣд. T_1S будетъ лежать въ плоскости экватора и солнце будетъ находиться въ зенитѣ мѣстъ, лежащихъ на экваторѣ, такъ что намъ будетъ казаться, что оно описываетъ небесный экваторъ; слѣд. это будетъ моментъ *равноденствія*, и именно *осенняго*. Въ этомъ случаѣ плоскость, отдѣляющая освѣщенную часть земли отъ темной, пройдетъ черезъ ось земли, такъ какъ эта послѣдняя перпендикулярна къ направленію лучей T_1S, и потому раздѣлитъ всѣ параллели пополамъ; слѣд. каждая точка земли будетъ находиться столько же времени въ освѣщенномъ, сколько въ темномъ пространствѣ, т. е. на всей землѣ день будетъ равенъ ночи. Все полушаріе, обращенное къ солнцу, будетъ освѣщено; противоположное-темно; въ положеніи T_1 будетъ *весеннее* равноденствіе. Во время равноденствій солнце видно на горизонтахъ обоихъ полюсовъ; послѣ весенняго равноденствія оно поднимается надъ горизонтомъ N полюса и 9 Іюня достигаетъ наибольшей высоты $23^{\circ 1}/_2$; потомъ начинаетъ приближаться къ нему и 9 Сентября снова проходитъ по горизонту; затѣмъ оно скрывается до 9 Марта. Такимъ образомъ на полюсахъ день и ночь продолжаются по полугоду; въ мѣстахъ, лежащихъ между полюсами и полярными кругами, нѣсколько мѣсяцевъ, недѣль или дней солнца или вовсе не бываетъ видно или оно не скрывается подъ горизонтъ; на самыхъ полярныхъ кругахъ день и ночь продолжаются одни сутки. По мѣрѣ приближенія къ экватору разность между длиннѣйшимъ и кратчайшимъ днемъ уменьшается, а на самомъ экваторѣ, какъ мы уже видѣли, обращается въ нуль.

57. Мы знаемъ, что когда у насъ полдень, то и во всѣхъ мѣстахъ, лежащихъ на нашемъ меридіанѣ, также полдень, потому что небесный меридіанъ для всѣхъ этихъ мѣстъ одинъ и тотъ же и солнце вступаетъ на него въ одинъ и тотъ же моментъ. Но восходъ и закатъ солнца во всѣхъ этихъ мѣстахъ бываетъ не въ одинъ моментъ; если напр. въ Москвѣ солнце

въ какой нибудь день восходитъ въ 4 часа, то въ мѣстахъ, лежащихъ къ N. оно восходитъ раньше, а къ S — позже; на экваторѣ восходъ и закатъ бываетъ постоянно въ 6 часовъ утра и вечера.

58. **Раздѣленіе земли на поясы.** Изъ предыдущаго видно, что перпендикулярному дѣйствію солнечныхъ лучей подвергаются мѣста, лежащія въ поясѣ земли, ограниченномъ тропиками; этотъ поясъ наз. *тропическимъ* или *жаркимъ*; между тропиками и полярными кругами лежатъ *умѣренные* поясы, и наконецъ части земной поверхности, заключающіяся между полярными кругами и полюсами, составляютъ поясы *холодные*.

Черт. 48.



Поверхность каждаго изъ этихъ поясовъ не трудно вычислить. Пусть напр. *abcd* (черт. 48) будетъ N умѣренный поясъ, лежащій между $23^{0}{}^{1}/_{2}$ и $66^{0}{}^{1}/_{2}$ N широты: поверхность $abcd = 2\pi R.\ mn$, гдѣ R — радіусъ земли; а $mn = mo - no = do.\ \mathrm{Sin}\ mdo - bo.\ \mathrm{Sin}\ nbo = R.\ (\mathrm{Sin}\ 66^{0}{}^{1}/_{2} - \mathrm{Sin}\ 23^{0}{}^{1}/_{2})$; слѣд. поверхность $abcd = 2\pi R^2\ (\mathrm{Sin}\ 66^{0}{}^{1}/_{2} - \mathrm{Sin}\ 23^{0}{}^{1}/_{2})$; поверхн. троп. пояса $= 2\pi R.\ 2R.\ \mathrm{Sin}\ 23^{0}{}^{1}/_{2}$; вычисливъ поверхность жаркаго и обоихъ умѣренныхъ поясовъ и вычтя сумму ихъ изъ всей поверхности земли, найдемъ поверхность холодныхъ поясовъ. Такимъ образомъ найдено, что если положить всю пов. земли = 1, то

пов. жар. пояса = 0, 4
каждаго изъ умѣр. = 0,26
каждаго изъ холод. = 0,04.

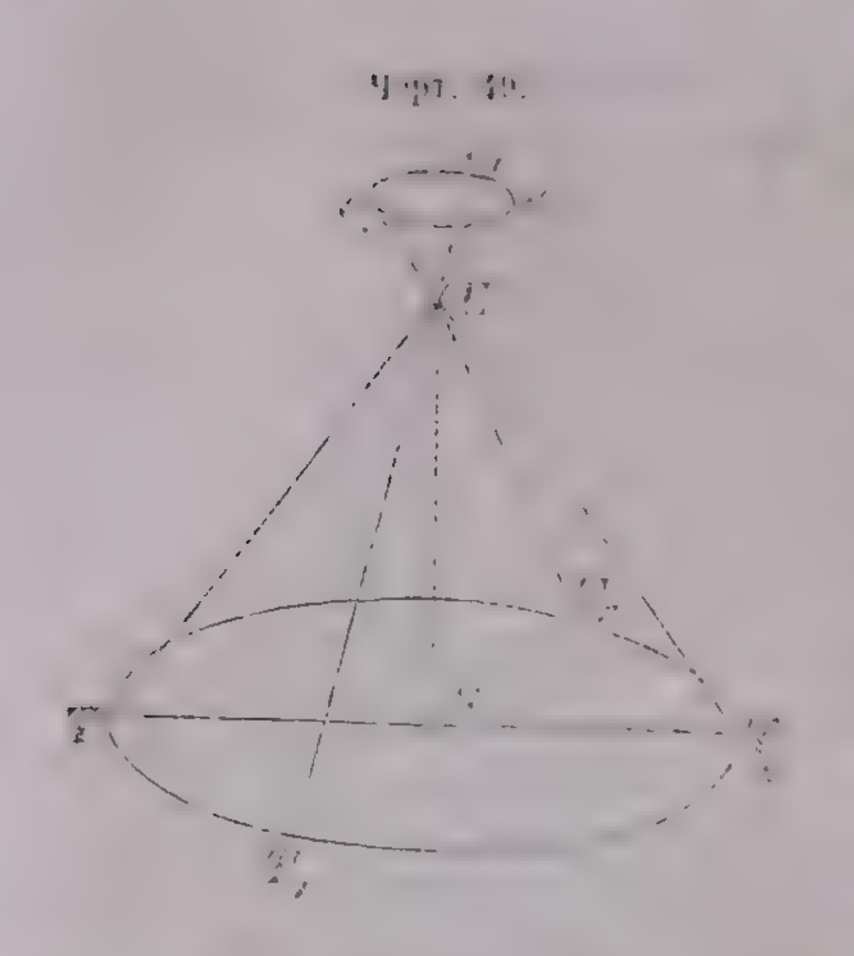
59. Такимъ образомъ мы видимъ, что распредѣленіе временъ года на землѣ зависитъ отъ наклоненія земной оси къ эклиптикѣ; еслибъ ось была перпендикулярна къ эклиптикѣ, то на всей землѣ было бы постоянное равноденствіе; экваторъ былъ бы постоянно сильно нагрѣтъ, а затѣмъ температура уменьшалась бы съ широтою; таковы напр. климаты на планетѣ

Юпитеръ. Еслибъ наоборотъ ось земли совпадала съ эклиптикой, тогда въ теченіе трехмѣсячнаго промежутка времени каждый полюсъ имѣлъ бы солнце то въ зенитѣ, то на горизонтѣ: другую половину года на нихъ была бы ночь и климаты отличались бы рѣзкостью; въ такомъ положеніи находится планета Уранъ.

60. Такъ какъ земля движется около солнца неравномѣрно, то и времена года продолжаются не одинаковое время; въ нашемъ полушаріи зима и осень короче, чѣмъ лѣто и весна, въ южномъ—наоборотъ: именно весна продолжается у насъ 92,2 дня; лѣто—93, 6; осень 89,7 и зима—89 дней. Хотя лѣто у насъ нѣсколько дольше, чѣмъ въ S полушаріи, но за то солнце отъ насъ въ это время дальше; поэтому количество теплоты, получаемой обоими полушаріями земли, одинаково.

61. **Доказательства годичнаго движенія земли.** Мы уже говорили, что относительные размѣры солнца и земли наводятъ на мысль о движеніи земли. Мысль эта получаетъ еще бо́льшую вѣроятность чрезъ сравненіе земли съ другими небесными тѣлами—планетами, которыя, подобно землѣ, суть тѣла темныя, освѣщаемыя солнцемъ. Всѣ онѣ, какъ увидимъ, движутся около солнца, хотя нѣкоторыя изъ нихъ, напр. Юпитеръ, Сатурнъ, гораздо больше земли. На основаніи этой аналогіи Коперникъ предположилъ, что земля движется около солнца, хотя и не могъ подтвердить это положеніе строгими доказательствами, подобными тѣмъ, которыя мы привели, разсматривая суточное движеніе земли. Въ настоящее время такія доказательства существуютъ. Это — *годичный параллаксъ звѣздъ* и *аберрація свѣта.*

62. **Годичный параллаксъ.** Если земля перемѣщается въ пространствѣ, то зрѣлище, представляемое небомъ въ различныя времена года, должно измѣняться, потому что мы смотримъ на небо съ различныхъ точекъ пространства. Пусть напр. $TT_1T_2T_3$ (черт. 49) будетъ орбита земли, E — какая нибудь звѣзда въ полюсѣ эклиптики; мы смотримъ на эту звѣзду изъ точекъ T, T_1, T_2....., поэтому она должна казаться въ различныхъ точкахъ неба и описывать на сводѣ эллипсисъ ee_1e_2, подобный тому, который описываетъ земля. Звѣзды, лежащія въ

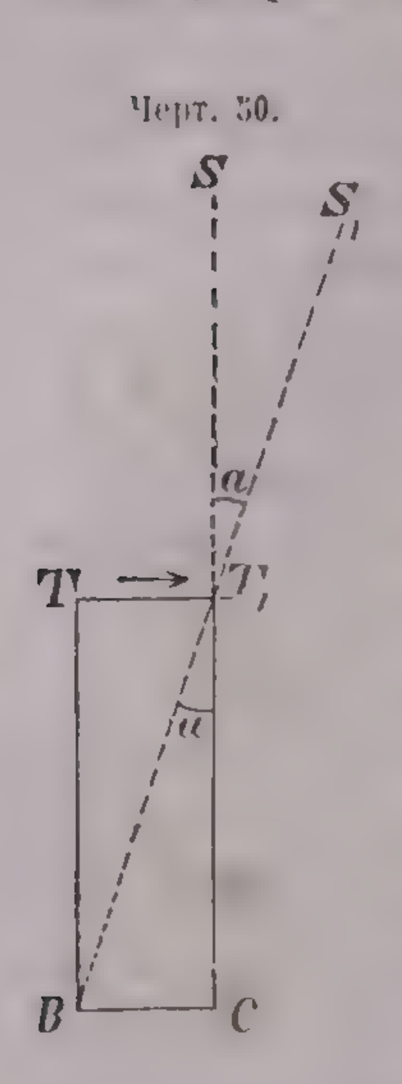


Черт. 49.

другихъ точкахъ неба, должны также измѣнять свое положеніе; но описываемые ими эллипсисы будутъ тѣмъ больше сжаты, чѣмъ ближе звѣзда къ эклиптикѣ. Уголъ TES, подъ которымъ съ звѣзды виденъ радіусъ земной орбиты, называется годичнымъ параллаксомъ звѣзды. Такъ какъ существованіе параллакса должно быть непремѣннымъ слѣдствіемъ движенія земли, если только размѣры земной орбиты не безконечно малы сравнительно съ разстояніями звѣздъ, то послѣдователи Коперникова ученія стали заниматься наблюденіями съ цѣлью опредѣленія параллаксовъ; но только въ послѣднее время, съ усовершенствованіемъ астрономическихъ инструментовъ и способовъ наблюденій, можно было опредѣлить параллаксы нѣкоторыхъ, и то весьма немногихъ, звѣздъ—только тридцати; остальныя слѣд. находятся отъ насъ на неизмѣримомъ разстояніи. Бессель въ 1838 г. нашелъ параллаксъ 61-й звѣзды созвѣздія Лебедь$=\frac{3''}{10}$; одновременно съ нимъ В. Струве опредѣлилъ параллаксъ самой свѣтлой звѣзды нашего полушарія Веги или α Лиры $=\frac{1''}{4}$. Зная годичный параллаксъ звѣзды, можно вычислить ея разстояніе изъ треугольника ETS: такъ для Веги это разстояніе$=739400$ разст. земли отъ солнца или 16 билліонамъ геог. миль; такое пространство свѣтъ проходитъ въ 12 лѣтъ: такимъ образомъ еслибъ эта звѣзда исчезла, то мы видѣли бы ее еще 12 лѣтъ; или еслибъ на такомъ же разстояніи зажглась новая звѣзда, то мы узнали бы объ этомъ только черезъ 12 лѣтъ. Такъ велико разстояніе звѣздъ, даже сравнительно близкихъ къ землѣ!

63. Аберрація свѣта. Въ 1727 году англійскій астрономъ Брадлей предпринялъ рядъ наблюденій съ цѣлью опредѣлить годичный параллаксъ звѣздъ, и нашелъ, что звѣзды дѣйствительно перемѣщаются и описываютъ на сводѣ эллипсисы, но не такъ расположенные, какъ бы слѣдовало по теоріи параллакса; слѣд. движеніе ихъ зависитъ отъ какой нибудь другой причины; Брадлей угадалъ ее; это — *аберрація свѣта*, которую легко объяснить, допустивши движеніе земли въ пространствѣ. Для нагляднаго представленія этого явленія приведемъ простой примѣръ. Положимъ, что идетъ дождь по вертикальному направленію и наблюдатель стоитъ неподвижно, надѣвши шляпу; тогда лицо его защищено отъ дождя, который падаетъ ему на шляпу; но если наблюдатель побѣжитъ, то дождь будетъ бить ему въ лицо, и явленіе будетъ такое же, какъ еслибы наблюдатель стоялъ, а дождь шелъ по косвенному направленію, Подобное явленіе должны представлять и лучи свѣта, которые можно разсматривать какъ рядъ параллельныхъ линій, идущихъ отъ звѣзды въ глазъ наблюдателя. Еслибы земля была неподвижна, то и свѣтъ не измѣнялъ бы своего направленія (исключая преломленія въ атмосферѣ); но если земля движется, то относительно свѣта мы получимъ такое же впечатлѣніе, какъ относительно дождя—свѣтъ будетъ казаться намъ приходящимъ по другому направленію; а такъ какъ о положеніи предмета глазъ судитъ по тому направленію, которому слѣдуютъ свѣтовые лучи, то каждая звѣзда будетъ нами видима не на истинномъ ея мѣстѣ, а будетъ казаться отклонившеюся на нѣкоторый уголъ, величина котораго зависитъ отъ отношенія между скоростью свѣта и скоростью земли. Еслибъ свѣтъ доходилъ до насъ мгновенно или скорость его была бы безконечно велика сравнительно съ скоростью земли, то явленіе было бы тоже, какъ еслибъ земля была неподвижна, и слѣд. аберраціи бы не было; наоборотъ, чѣмъ скорѣе двигалась бы земля, тѣмъ больше была бы аберрація. Изъ Физики извѣстно, что свѣтъ проходитъ въ секунду 280000 верстъ; зная же, что земля проходитъ въ годъ кругъ радіуса 20000000 миль, не трудно вычислить, что въ секунду она пробѣгаетъ 28 верстъ; слѣд. отношеніе скорости свѣта

къ скорости земли = 10000. Зная это отношеніе, можно найти величину аберраціи. Пусть (черт. 30) S будетъ звѣзда, находящаяся въ полюсѣ эклиптики и отъ которой идутъ лучи, перпендикулярные къ плоскости земной орбиты; положимъ, что



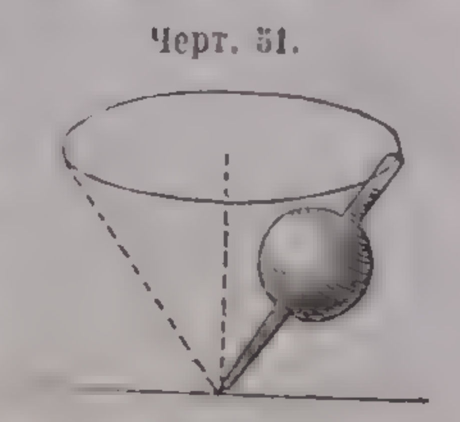
Черт. 30.

земля движется по направленію стрѣлки со скоростью TT_1, а T_1C есть скорость свѣта; тогда мы будемъ видѣть звѣзду S по направленію T_1S_1 и уголъ $S_1T_1S = a$ будетъ величина аберраціи; изъ прямоугольн. треуг. T_1BC имѣемъ: $tg a = \frac{BC}{T_1C} = \frac{1}{10000}$, откуда найдемъ $a = 20'', 5$; то есть звѣзда, лежащая въ полюсѣ эклиптики, должна описывать въ теченіе года кругъ, котораго радіусъ $= 20'', 5$, что и подтверждается наблюденіями. Другія звѣзды будутъ описывать эллипсисы, которыхъ большая полуось равна также $20'', 5$; но эти эллипсисы будутъ тѣмъ болѣе сжаты, чѣмъ звѣзда ближе къ эклиптикѣ. Это движеніе звѣздъ будетъ противоположно параллактическому, потому что тамъ звѣзды видимы по направленію, противному положенію земли; а отъ аберраціи онѣ перемѣщаются въ ту же сторону, въ какую движется земля.

64. Предвареніе равноденствій. Объясняя времена года, мы замѣтили, что при движеніи земли въ пространствѣ ось ея перемѣщается всегда параллельно самой себѣ, оставаясь наклоненною къ эклиптикѣ подъ угломъ $66^{0}\frac{1}{2}$; другими словами — такъ какъ размѣры земной орбиты слишкомъ ничтожны сравнительно съ размѣрами небесной сферы, то продолженіе земной оси встрѣчаетъ сводъ небесный всегда въ однѣхъ и тѣхъ же точкахъ — полюсахъ міра. Но это положеніе о неизмѣнности направленія земной оси не совсѣмъ точно. Въ теченіе одного года ось земли можно считать перемѣщающеюся по направленіямъ параллельнымъ; но если взять въ разсчетъ наблюденія многихъ лѣтъ, то увидимъ, что это направленіе измѣняется, такъ однако же, что полюсы и экваторъ земли находятся всегда въ однѣхъ и тѣхъ же точкахъ земной поверхности и географическая широта мѣстъ остается одна и таже;

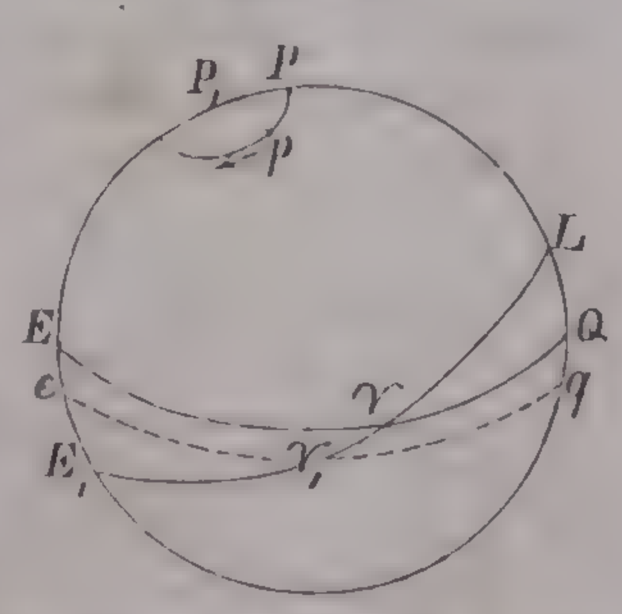
слѣд. направленіе земной оси внутри земли не измѣняется, а она движется вмѣстѣ съ землею. Движеніе это можно сравнить съ движеніемъ волчка; при незначительной скорости можно видѣть, что ось вращенія волчка становится наклонною, и оставаясь внутри его постоянною, описываетъ около вертикальной линіи конусъ (черт. 51), сохраняя свое наклоненіе къ горизонту. Подобное явленіе представляетъ и ось земли; она, имѣя движеніе поступательное, въ тоже время описываетъ коническую поверхность около перпендикуляра къ плоскости эклиптики; поэтому полюсъ земли, а слѣд. и полюсъ міра или та точка, въ которой продолженіе земной оси встрѣчаетъ сводъ небесный, медленно движется около полюса эклиптики съ O на W и совершаетъ полный оборотъ въ 26000 лѣтъ, т. е. каждый годъ отступаетъ отъ прежняго положенія на 50″. Мы сказали, что вмѣстѣ съ осью поворачивается и вся земля, и какъ наклоненіе оси къ эклиптикѣ не измѣняется, то и плоскость экватора составляетъ съ эклиптикой постоянно одинъ и тотъ же уголъ, хотя въ тоже время и перемѣняетъ свое положеніе. Пусть P будетъ (черт. 52) полюсъ міра, P_1 — полюсъ эклиптики, EQ — экваторъ, E_1L — эклиптика, ♈ — точка весенняго равноденствія. Когда P перейдетъ въ *p*, то экваторъ приметъ положеніе *eq* и будетъ пересѣкаться съ эклиптикой въ точкѣ ♈$_1$, которая отстоитъ къ западу отъ ♈ на дугу ♈♈$_1$ = P*p*. Такимъ образомъ вслѣдствіе движенія земной оси точка весенняго равноденствія перемѣщается ежегодно по эклиптикѣ на 50″, и какъ это отступленіе ея совершается по направленію, противоположному движенію земли, то отъ этого каждый годъ весеннее равноденствіе бываетъ раньше, чѣмъ земля успѣетъ описать полный кругъ по эклиптикѣ послѣ предыдущаго весенняго равноденствія; а потому и самое это явленіе наз. *предвареніемъ равноденствій* или *прецессіей*. Дѣйствительно, положимъ, что весеннее равноденствіе было тогда, когда земля (черт. 53) была въ T; еслибъ не было того явленія, о которомъ мы говоримъ, то слѣдующее весеннее равноденствіе пришлось бы тогда, когда земля, двигаясь по напра-

Черт. 51.

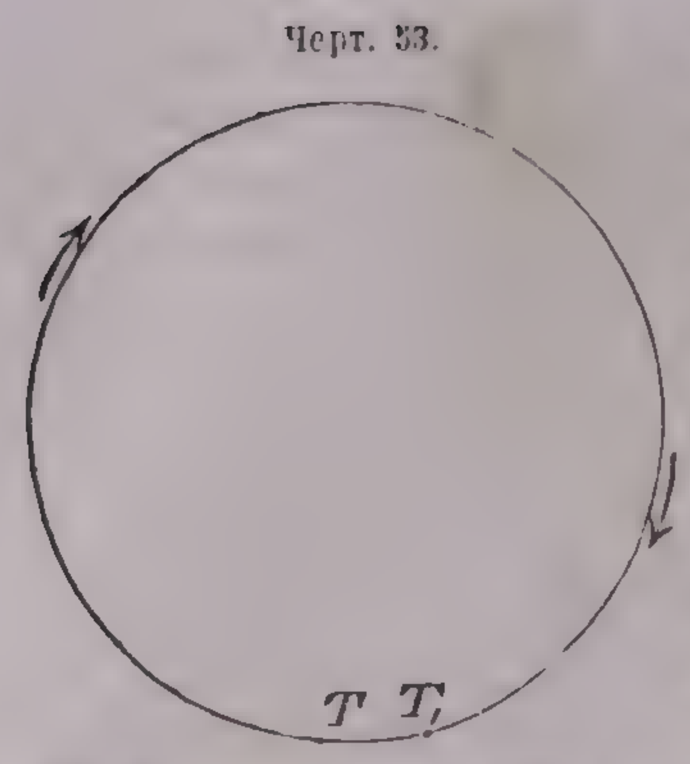




Черт. 52.



Черт. 53.



вленію стрѣлки, пришла бы опять въ T; но точка равноденствія въ теченіе года подвинулась навстрѣчу землѣ въ T_1, и слѣд. новое равноденствіе случится тогда, когда земля придетъ въ T_1 и когда ей до полнаго оборота осталось пройти еще дугу $TT_1 = 50''$.

65. Такъ какъ при обращеніи земной оси и полюсы міра также измѣняютъ свое положеніе, то звѣзда α Малой Медвѣдицы, которая теперь называется полярною, не всегда была такъ близка отъ полюса, какъ теперь, и не всегда будетъ; во времена Гиппарха, перваго составителя звѣзднаго каталога, она отстояла отъ полюса на 12^0; теперь отстоитъ на $1^1/_2{}^0$; въ 2000 г. будетъ на разстояніи $^1/_2{}^0$, потомъ начнетъ удалятся отъ полюса и черезъ 12000 лѣтъ названіе полярной нужно будетъ дать Вегѣ, которая будетъ въ 5^0 отъ сѣвернаго полюса; въ тоже время близь южнаго полюса заблеститъ Канопусъ; вмѣстѣ съ измѣненіемъ полюсовъ перемѣнится и самый видъ неба; многія созвѣздія, видимыя теперь въ N полушаріи, будутъ невидимы въ то время; наоборотъ заблестятъ яркія свѣтила Южнаго креста, украшающія теперь небо S полушарія; со временъ Гиппарха положеніе звѣздъ на небѣ измѣнилось на 30^0. Во времена Гиппарха каждый знакъ зодіака совпадалъ съ созвѣздіемъ того же имени, т. е. весною солнце было въ созвѣздіи овна; теперь, такъ какъ съ тѣхъ поръ точка весенняго равноденствія отступила почти на 30^0 къ W, то есть приблизительно на величину знака, то знакъ ♈ находится въ созвѣздіи рыбъ, ♉ — въ созвѣздіи овна и т. д.

66. **Колебаніе земной оси.** Кромѣ той перемѣны направленія земной оси, которая производитъ предвареніе равноденствій, она имѣетъ еще другаго рода движеніе, замѣченное въ первый разъ Брадлеемъ и называемое *колебаніемъ* или *нутаціей*. Нутація состоитъ въ томъ, что ось земли, вращаясь около полюса эклиптики, не остается отъ него на разстояніи $23^0{}^1/_2$, а то приближается къ нему на $9''$, то удаляется на столько же, и такимъ образомъ колеблется около своего средняго положенія, въ періодъ 18 лѣтъ, такъ что она описываетъ конусъ, котораго основаніе не кругъ, а линія волнообразная (черт. 54).

67. **Измѣненіе наклоненія эклиптики къ экватору.** Замѣтимъ еще, что и самое положеніе плоскости, по которой дви-

жется земля, или эклиптики, измѣняется въ пространствѣ, отчего измѣняется и уголъ, составляемый ею съ плоскостью экватора; древнѣйшія наблюденія, сдѣланныя за 3000 лѣтъ до нашего времени въ Китаѣ, показали, что этотъ уголъ $= 23^0\ 54'$; въ настоящее время онъ $= 23^0\ 27'\ 29''$ и постоянно уменьшается на $\frac{1}{2}''$ въ годъ. Такъ какъ отъ этого угла зависитъ, какъ мы видѣли, распредѣленіе климатовъ на землѣ, то еслибъ онъ измѣнился значительно, то и климаты были бы другіе. Нѣкоторые думали, что было время, когда этотъ уголъ $= 90^0$, т. е. земная ось лежала въ плоскости эклиптики, и что наступитъ время, когда онъ уменьшится до 0, эклиптика совпадетъ съ экваторомъ, и на землѣ будетъ постоянная весна. Но теоретическія изысканія Лапласа, изложенныя въ его *Mecanique celeste*, показали, что эти измѣненія заключены въ тѣсныхъ предѣлахъ; именно этотъ уголъ не можетъ быть меньше $21^0\frac{1}{2}$ и больше $27^0\frac{1}{2}$; а вычисленіе показываетъ, что при наименьшемъ углѣ лѣтніе дни въ нашихъ широтахъ будутъ на 25 мин. короче, а зимніе на столько же длиннѣе, чѣмъ теперь, и что средняя температура лѣта и зимы измѣнится не болѣе какъ на $\frac{1}{2}^0$, а средняя температура года остается безъ перемѣны. Такимъ образомъ, если земля и имѣла нѣкогда высокую температуру, то причину ея нельзя искать въ положеніи ея относительно солнца, а скорѣе въ какихъ нибудь химическихъ процессахъ, происходившихъ внутри ея.

Черт. 54.

VII.

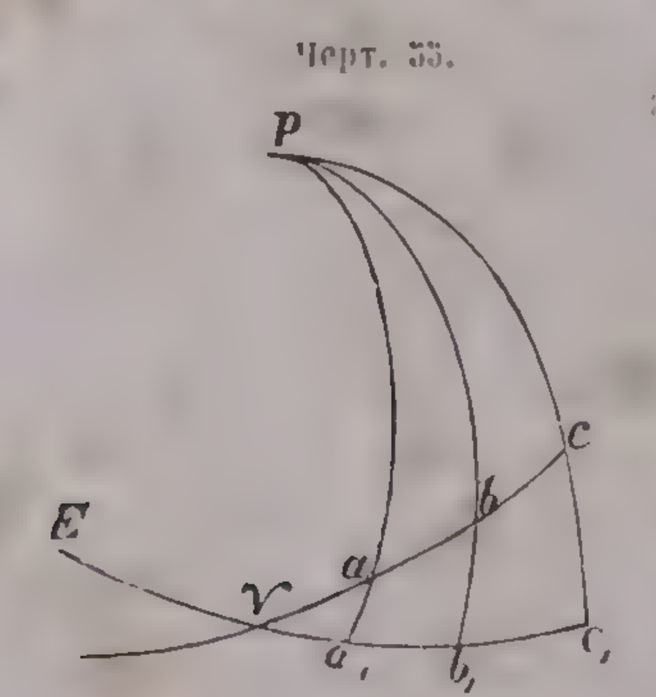
ИЗМѢРЕНІЕ ВРЕМЕНИ.

68. Мы уже говорили, что звѣздными сутками наз. промежутокъ времени, въ который земля обращается около своей оси, или въ который каждая звѣзда дѣлаетъ полный оборотъ на сводѣ небесномъ; но счисленіе времени по звѣздамъ было бы неудобно въ общежитіи, и потому употребляются другія сутки, доставляемыя видимымъ движеніемъ солнца.

69. **Солнечныя и среднія сутки.** *Солнечными сутками наз. промежутокъ времени между двумя послѣдовательными прохожденіями солнца черезъ меридіанъ какого нибудь мѣста,*

или *время, протекшее отъ одного полудня до слѣдующаго полудня.* Такъ какъ солнце, кромѣ общаго движенія на сводѣ вмѣстѣ съ звѣздами съ O на W, имѣетъ еще собственное движеніе отъ W къ O, то оно постоянно отстаетъ отъ звѣздъ, и если напр. сегодня оно прошло черезъ меридіанъ вмѣстѣ съ какой нибудь звѣздою, то на другой день оно пройдетъ позже ея, на третій еще позже и т. д.; слѣд. *солнечныя сутки больше звѣздныхъ.* Притомъ солнце, какъ мы видѣли, движется не равномѣрно; поэтому солнечныя сутки не равны между собою — зимою онѣ длиннѣе, чѣмъ лѣтомъ; впрочемъ еслибы даже солнце и равномѣрно подвигалось по эклиптикѣ, то все таки промежутки времени между двумя послѣдовательными прохожденіями его черезъ меридіанъ не были бы равны между собою. Дѣйствительно, пусть Ec_1 (черт. 55) будетъ экваторъ, γc эклиптика, P—полюсъ міра; еслибы солнце двигалось по эклиптикѣ равномѣрно, проходя ежедневно равныя дуги $\gamma a = ab = bc = \ldots$, то приращенія γa_1, $a_1 b_1 \ldots$ прямыхъ восхожденій солнца все таки были бы не равны между собою.

Черт. 55.



Такимъ образомъ солнечныя сутки, какъ величина не постоянная, измѣняющаяся, не могутъ быть приняты за единицу времени, и если мы поставимъ часы по солнцу, то есть напр. такъ, чтобы они въ полдень показывали 12 часовъ, то черезъ нѣсколько дней наши часы окажутся невѣрными; стрѣлка ихъ будетъ двигаться равномѣрно, а солнце или отстанетъ отъ нея или уйдетъ впередъ, такъ что часы будутъ показывать полдень, когда солнце или не дошло еще до меридіана или уже перешло черезъ него. Но какъ при всемъ томъ употребленіе солнечныхъ сутокъ въ общежитіи все таки гораздо удобнѣе чѣмъ звѣздныхъ, то прибѣгаютъ къ слѣд. средству: *берутъ среднюю величину изъ скоростей солнца въ теченіе года и воображаютъ тѣло, которое двигалось бы равномѣрно съ этой скоростью и при*

томъ не по эклиптикѣ, а по экватору. Это тѣло наз. *среднимъ солнцемъ и промежутокъ времени между двумя послѣдовательными прохожденіями его черезъ меридіанъ наз. средними сутками*; среднія сутки, какъ величину постоянную, уже можно принимать за единицу времени. Среднія сутки всегда больше звѣздныхъ на 4 минуты, но относительно солнечныхъ бываютъ и больше и меньше; иногда среднее солнце обгоняетъ истинное, иногда отстаетъ отъ него. Въ общежитіи началомъ среднихъ сутокъ считается полночь, то есть моментъ прохожденія средняго солнца черезъ нижнюю часть меридіана наблюдателя; они раздѣляются на 24 часа, которые считаются отъ полуночи до полудня отъ 1 до 12 и снова отъ 1 до 12 до слѣдующей полуночи. Очевидно, что опредѣлить наблюденіями моментъ средняго полудня или вообще среднее время невозможно; но зная движеніе истиннаго солнца по эклиптикѣ, можно въ каждый моментъ вычислить разность между истиннымъ временемъ и среднимъ. Эта разность наз. *уравненіемъ времени* и показывается въ календарѣ для каждаго дня съ означеніемъ, когда нужно прибавить ее къ истинному времени, показываемому солнечными часами, и когда вычесть, чтобъ получить среднее; въ разные дни года она бываетъ различна; наибольшая величина ея = 16 мин., а четыре раза въ годъ она = 0, т. е. истинное солнце проходитъ черезъ меридіанъ вмѣстѣ съ среднимъ. Когда часы были не усовершенствованы, то пользовались истиннымъ временемъ и потому часы нужно было почти ежедневно переводить; во Франціи среднее время было введено по предложенію Лаланда въ началѣ нынѣшняго столѣтія. Точность въ счетѣ времени имѣетъ и практическое значеніе, напр. для желѣзныхъ дорогъ, гдѣ отъ неточнаго показанія времени отправленія поѣздовъ могутъ происходить несчастные случаи.

70. Годъ. Періодъ обращенія земли около солнца представляетъ намъ новую единицу для измѣренія времени, называемую *годомъ. Время, въ которое земля совершаетъ свой полный оборотъ около солнца* или въ которое радіусъ векторъ ея описываетъ 360°, наз. *звѣзднымъ* годомъ; звѣзднымъ онъ названъ потому, что въ концѣ его солнце занимаетъ тоже мѣсто между звѣздами,

какое занимало въ началѣ. *Промежутокъ времени отъ одного весенняго равноденствія до слѣдующаго весенняго же равноденствія наз. тропическимъ годомъ.* Онъ нѣсколько короче звѣзднаго, потому что вслѣдствіе предваренія равноденствій земля приходитъ въ точку весенняго равноденствія, не успѣвши еще сдѣлать полнаго оборота около солнца. Въ общежитіи принятъ годъ тропическій.

71. Календарь. При опредѣленіи величины года оказалось, что онъ не соизмѣримъ съ сутками, т. е. что его нельзя выразить точно ни цѣлымъ числомъ сутокъ и никакою ихъ долею; приблизительно тропическій годъ=365,2422 среднихъ сутокъ=365 сут. 5 час. 48 мин. 50 сек. Такимъ числомъ нельзя пользоваться въ общежитіи, потому что пришлось бы начинать годъ въ различные часы дня; такъ если 1867 годъ начался съ полночи 1-го Января, то слѣдующій годъ нужно бы начать не въ полночь, а въ 5 ч. 48 м. 50 сек. утра, 1869—въ 11 час. 37′ 40′′ дня и т. д. Если же отбросить доли сутокъ и считать годъ ровно въ 365 сут., то каждый годъ будетъ короче истиннаго почти на $^1/_4$ сутокъ, такъ что будетъ считаться начало новаго года, хотя еще осталось почти 6 часовъ стараго; въ 100 лѣтъ эта ошибка возрастетъ до 25 дней, и весеннее равноденствіе, которое бываетъ въ Мартѣ, придется въ Февралѣ; черезъ 500 лѣтъ оно пришлось бы въ Октябрѣ, такъ что тогда Октябрь, Ноябрь и Декабрь были бы весенніе мѣсяцы. Поэтому для соглашенія точности счисленія времени съ удобствомъ остается одно средство—считать годъ состоящимъ изъ цѣлаго числа сутокъ и отъ времени до времени исправлять накопившуюся погрѣшность. Въ 45-мъ г. до Р. Х. Юлій Цезарь, по совѣту Александрійскаго астронома Созигена, положилъ считать годъ въ 365 сутокъ; но къ каждому четвертому году прибавлять по одному лишнему дню; три года, изъ которыхъ каждый содержитъ 365 сут., наз. *простыми*, а четвертый въ 366 сут. *високоснымъ* (bissextilis); лишніе сутки въ немъ прибавляются къ Февралю, который въ простомъ году содержитъ 28, а въ високосномъ 29 дней. Такъ какъ годъ Р. Х. былъ первый послѣ високоснаго, то всѣ года, дѣлящіеся на 4 безъ остатка,

будутъ високосные. Это счисленіе, называемое *Юліанскимъ*, принимаетъ годъ равнымъ 365 дн. 6 час., тогда какъ въ немъ 365 дн. 5 час. 48 м. 50 сек., поэтому Юліанскій годъ больше истиннаго на 11 мин., т. е. когда по Юліанскому календарю считаютъ, что годъ только что кончился, то на самомъ дѣлѣ прошло уже 11 мин. новаго года: эта погрѣшность въ 400 лѣтъ возраститъ до 3 сут.: на Никейскомъ соборѣ въ 325 г. Юліанскій календарь былъ принятъ Христіанской церковью и была исправлена погрѣшность, накопившаяся къ этому времени, но не была устранена причина ея, такъ что въ 1582 г. или черезъ 1257 л. послѣ Никейскаго собора ошибка возрасла до 10 дней. Поэтому папа Григорій XIII приказалъ всѣмъ католикамъ отбросить лишніе 10 дней и считать послѣ 4-го Октября не 5-е, а 15-е; съ тѣмъ вмѣстѣ, чтобы устранить погрѣшность и на будущее время, были приняты тѣже високосные года, какъ и въ Юліанскомъ счисленіи, съ той только разницей, что въ Юліанскомъ календарѣ всѣ года столѣтій, т. е. оканчивающіеся двумя нулями, напр. 1500, 1600, 1700, 1800..., какъ дѣлящіеся на 4, будутъ високосными, а въ Григоріанскомъ только тѣ изъ нихъ високосные, у *которыхъ и первыя двѣ цыфры дѣлятся на четыре*; поэтому разность въ счетѣ времени въ 16 столѣтіи была 10 дней, т. е. по Юліанскому календарю было 1-е Января, а по Григоріанскому 11-е; въ 17 столѣтіи разность осталась таже, потому что 1600-й годъ былъ високосный въ обѣихъ системахъ; но 1700 г. былъ уже не високосный по Григоріанскому календарю, поэтому разность сдѣлалась 11 дн.; въ настоящее время она составляетъ уже 12 дней, такъ что когда по Юліанскому календарю считаютъ напр. 3-е Марта, то по Григоріанскому 15-е. Такимъ образомъ въ Григоріанскомъ календарѣ 400 лѣтъ состоятъ изъ 303 простыхъ и 97 високосныхъ, слѣд. 400 лѣтъ $=303.365 + 97.366 = 146097$ сут., а потому одинъ годъ $=\frac{146097}{400}=365,2425$ сут., что превышаетъ величину года на 0,0003 сут., т. е. эта погрѣшность возрастетъ до однихъ сутокъ въ 3300 лѣтъ. Григоріанское счисленіе

или *новый стиль* принято во всей Европѣ, исключая Россіи и Греціи, гдѣ слѣдуютъ Юліанскому или *старому* стилю.

72. Замѣчательно, что въ Персіи еще въ XI столѣтіи введено лѣтосчисленіе, которое точнѣе Григоріанскаго. Тамъ принятъ циклъ въ 33 год, изъ которыхъ 7 четырехлѣтій совершенно согласны съ нашими, т. е. состоятъ каждое изъ трехъ простыхъ и одного високоснаго года; а за ними слѣдуетъ пятилѣтіе, состоящее изъ четырехъ простыхъ и пятаго високоснаго года; потомъ этотъ циклъ повторяется въ томъ же порядкѣ; такимъ образомъ въ каждыхъ 33 годахъ содержится 25 простыхъ и 8 високосныхъ. Средняя величина года по этому счисленію = 365, 2424 сут., т. е. больше истинной на 0,0002 сут., такъ что ошибка возрастаетъ до однихъ сутокъ только въ 5000 лѣтъ.

Самое точное лѣтосчисленіе предложено астрономомъ Медлеромъ; оно состоитъ въ томъ, чтобы изъ каждыхъ 128 юліанскихъ лѣтъ одинъ високосный годъ дѣлать простымъ. По этой системѣ величина года будетъ разниться отъ истинной менѣе чѣмъ на 2'' и ошибка возрастетъ до однихъ сутокъ только въ 30000 лѣтъ.

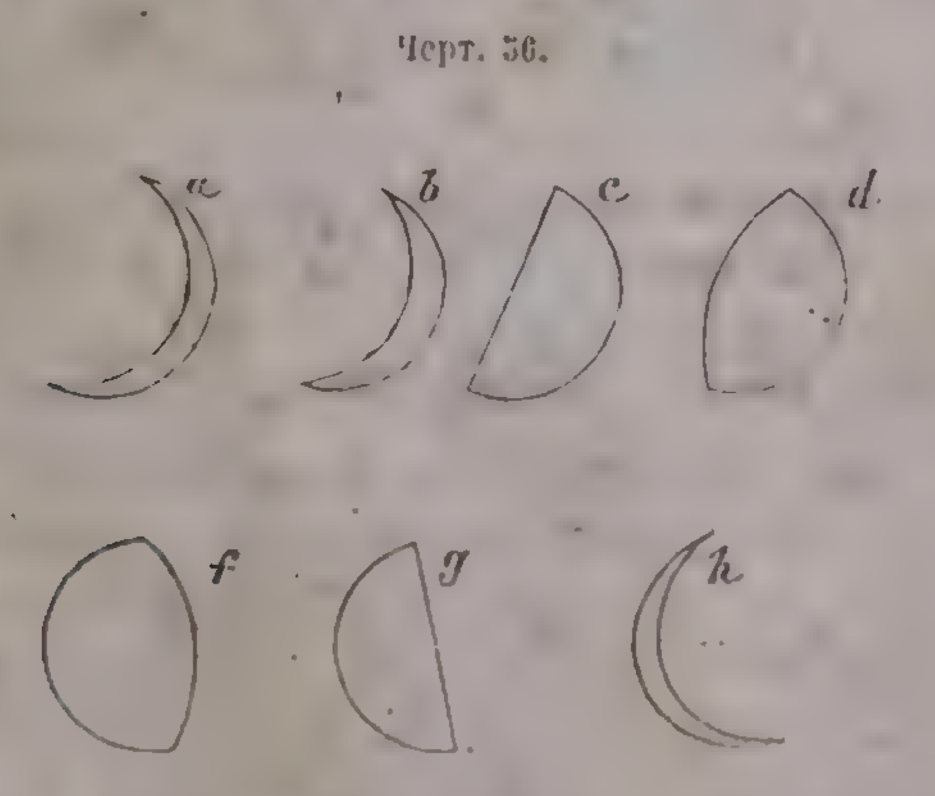
VIII.

ЛУНА.

73. **Собственное движеніе луны**. Легко замѣтить, что луна не остается неподвижной на небесномъ сводѣ, но, подобно солнцу, движется между звѣздами съ W на O. Наблюдая даже простыми глазами луну въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, можно увидать, что положеніе ея между звѣздами въ этотъ промежутокъ времени замѣтно измѣнилось. Болѣе точныя наблюденія показываютъ, что въ 24 часа луна проходитъ дугу въ 13°, слѣд. движется почти въ 13 разъ скорѣе солнца. Промежутокъ времени, въ который луна совершаетъ на сводѣ небесномъ полный оборотъ, то есть возвращается къ прежнему положенію между звѣздами, наз. *звѣзднымъ* или *сидерическимъ* мѣсяцемъ и равняется 27 дн. 8 час. Плоскость, въ которой происходитъ движеніе луны около земли, почти совпадаетъ съ плоскостью эклиптики.

74. Фазы луны. При движеніи своемъ между различными созвѣздіями луна представляется намъ въ различныхъ видахъ. Эти измѣненія вида луны, называемыя *фазами*, не зависятъ отъ положенія ея между тѣми или другими звѣздами, потому что, совершивъ полный оборотъ на небесномъ сводѣ и занявъ прежнее мѣсто между звѣздами, луна не представляетъ той же фазы, которую имѣла между этими звѣздами прежде. Напротивъ не трудно замѣтить, что существуетъ полная зависимость между фазами и относительнымъ положеніемъ луны и солнца. Какъ только угловое разстояніе этихъ двухъ свѣтилъ дѣлается равно прежнему угловому разстоянію, луна представляетъ туже фазу, что и прежде, каковы бы нибыли звѣзды, противъ которыхъ она теперь будетъ находиться. Такъ, когда луна находится въ той же сторонѣ неба, гдѣ и солнце, ея совсѣмъ не видно. Эта фаза наз. *новолуніемъ*. Черезъ день или два можно увидать луну на западной сторонѣ неба тотчасъ послѣ солнечнаго заката въ видѣ весьма узкаго серпа (черт. 36-*a*), рога котораго обращены въ сторону, противоположную солнцу, т. е. къ О; серпъ этотъ вскорѣ скрывается подъ горизонтомъ. Въ

Черт. 36.

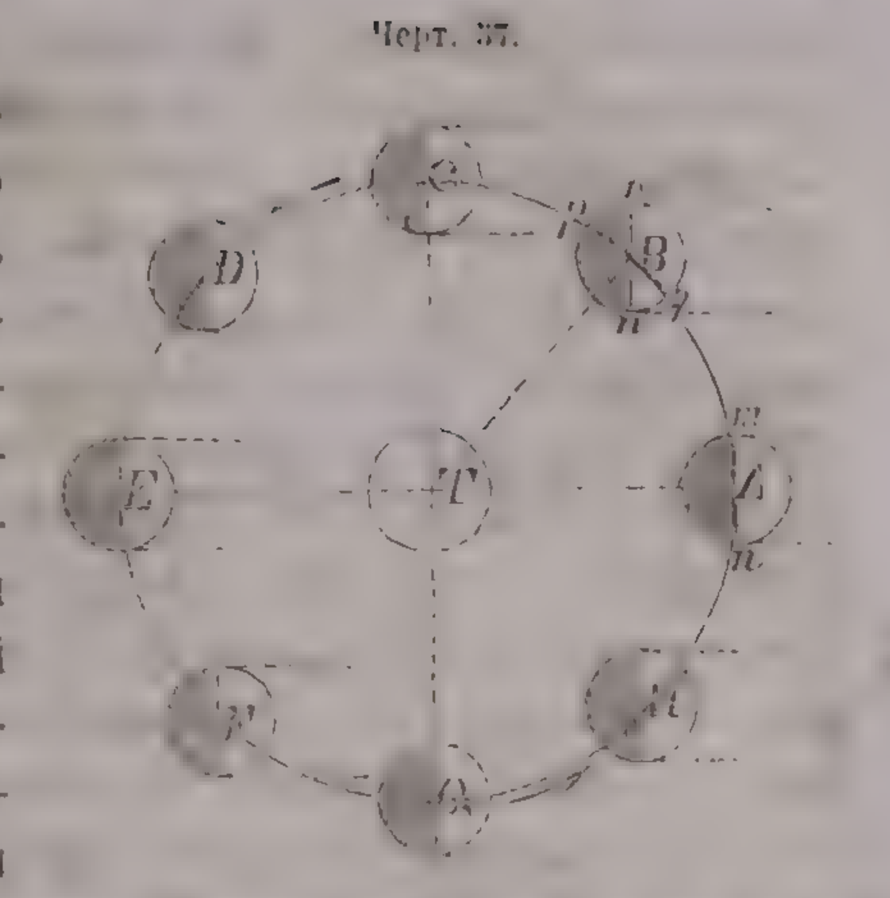


слѣдующіе дни въ моментъ солнечнаго заката ее можно видѣть въ точкахъ неба, все болѣе и болѣе удаленныхъ отъ горизонта, и притомъ въ видѣ серпа, ширина котораго въ серединѣ становится все больше и больше (черт. 36-*b*), и наконецъ че-

резъ 6 или 7 дней послѣ новолунія она является въ видѣ свѣтлаго полукруга (черт. 56-*c*). Эта фаза наз. *первой четвертью.* Въ это время луна вступаетъ на меридіанъ черезъ 6 часовъ послѣ солнца, т. е. около 6 часовъ вечера. По истеченіи новыхъ 6 или 7 дней она принимаетъ видъ полнаго круга или диска, пройдя въ это время промежуточныя формы, подобныя изображенной на черт. 56-*d*. Эта фаза наз. *полнолуніемъ.* Въ это время луна проходитъ черезъ меридіанъ въ полночь и слѣд. находится на сторонѣ неба, противоположной съ солнцемъ. Въ слѣдующіе дни она восходитъ все позже и позже и принимаетъ при этомъ всѣ тѣ формы, которыя имѣла прежде, только въ обратномъ порядкѣ. Дискъ луны начинаетъ сжиматься, но теперь наиболѣе выпуклая часть его обращена не къ W, какъ прежде, а къ O. Черезъ 7 дней послѣ полнолунія она снова имѣетъ видъ полукруга (черт. 56-*g*) и вступаетъ на меридіанъ черезъ 18 часовъ послѣ солнца, т. е. около 6 часовъ утра. Эта фаза наз. *послѣднею четвертью.* Еще черезъ нѣсколько дней луна опять имѣетъ видъ свѣтлаго серпа, который можно видѣть на восточной сторонѣ неба незадолго до солнечнаго восхода. Серпъ этотъ, суживаясь болѣе и болѣе, черезъ 6 или 7 дней послѣ послѣдней четверти совершенно исчезаетъ и луны снова невидно въ теченіе двухъ или трехъ дней; слѣд. она опять находится въ *новолуніи.* Затѣмъ исчисленныя фазы начинаютъ повторяться снова и въ томъ же порядкѣ, какъ и прежде.

75. Всѣ эти измѣненія вида луны объясняются тѣмъ, что луна имѣетъ видъ шара и, подобно землѣ, есть тѣло темное, освѣщаемое солнцемъ только съ той стороны, которая обращена къ нему. Такой шаръ для наблюдателя, находящагося на землѣ, будетъ представляться въ различныхъ видахъ, смотря потому, какая часть освѣщенной его поверхности будетъ видима съ земли. Въ самомъ дѣлѣ пусть ABCD (черт. 57) представляетъ круговой путь луны около земли T, и пусть солнце S находится въ плоскости этого круга на такомъ огромномъ разстояніи въ сравненіи съ радіусомъ AT, что лучи, идущіе отъ солнца къ лунѣ въ различныхъ ея положеніяхъ A, B, C, D....,

Черт. 37.



можно считать параллельными между собою. Освѣщенная часть луны во всѣхъ этихъ положеніяхъ будетъ отдѣляться отъ неосвѣщенной большимъ кругомъ *mn*, перпендикулярнымъ къ направленію лучей; а видимая съ земли часть луны отъ невидимой кругомъ *pq*, перпендикулярнымъ къ линіи, соединяющей центры луны и земли. Поэтому если мы предположимъ, что луна движется по направленію стрѣлки, то фазы будутъ слѣдовать въ томъ самомъ порядкѣ, въ какомъ мы ихъ наблюдаемъ. Такъ, когда луна находится въ A, то къ землѣ будетъ обращена неосвѣщенная часть ея и слѣд. произойдетъ *новолуніе*. Въ B только весьма малая часть освѣщенной поверхности будетъ видима съ земли, и луна представится въ видѣ серпа. Въ C будетъ видима половина освѣщенной поверхности и слѣд. луна будетъ видима въ видѣ полукруга, т. е. будетъ въ *первой четверти*. Въ D видна будетъ большая часть освѣщенной поверхности, и потому луна будетъ представлять одну изъ промежуточныхъ формъ между полукругомъ и полнымъ кругомъ. Въ E вся освѣщенная часть будетъ видима съ земли и слѣд. произойдетъ *полнолуніе*. Въ F, Q......... луна будетъ имѣть формы, указанныя прежде (черт. 36-*f*,*g*,*h*).

При новолуніи и полнолуніи центры луны, земли и солнца находятся на одной прямой линіи; только въ первомъ случаѣ луна и солнце находятся по одну сторону земли, или, какъ говорятъ, *въ соединеніи*; во второмъ же случаѣ луна и солнце находятся на противоположныхъ сторонахъ земли или въ *противостояніи*. Оба эти положенія вообще наз. *сизигіями*. При первой и послѣдней четверти линія, соединяющая центры земли

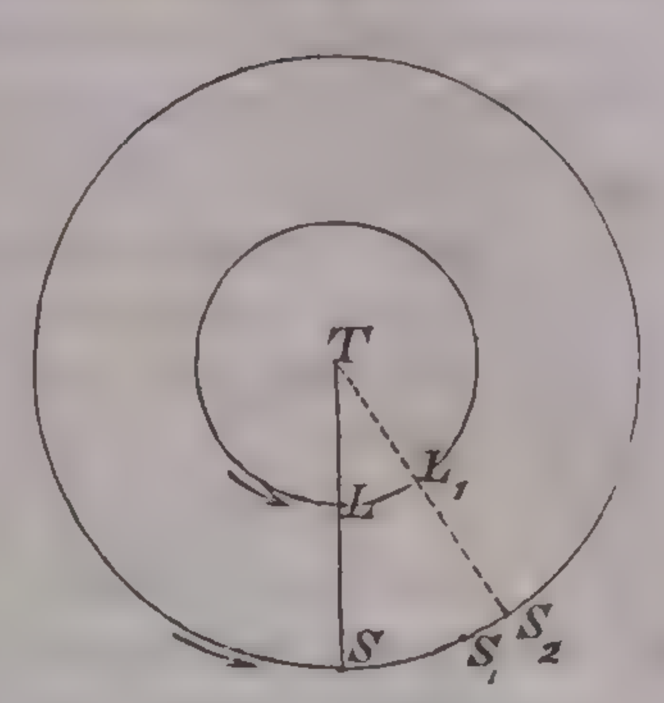
и луны, перпендикулярна къ линіи, соединяющей центръ земли съ центромъ солнца. Оба эти положенія наз. *квадратурами.*

76. **Пепельный свѣтъ.** Справедливость вышеизложеннаго объясненія лунныхъ фазъ подтверждается еще однимъ явленіемъ, которое всякій легко можетъ замѣтить. Когда луна представляется въ видѣ узкаго серпа, то при внимательномъ наблюденіи можно видѣть и остальную часть луны, освѣщенную слабымъ, такъ называемымъ *пепельнымъ свѣтомъ.* Этотъ свѣтъ не есть собственный свѣтъ луны, а происходитъ отъ освѣщенія ея солнечными лучами, отраженными отъ земной поверхности. Въ самомъ дѣлѣ, какъ луна освѣщаетъ землю ночью черезъ отраженіе солнечныхъ лучей отъ своей поверхности, такъ точно и земля должна освѣщать луну. Для наблюдателя, находящагося на лунѣ, земля представляетъ тѣже фазы, въ какихъ мы видимъ луну, только въ обратномъ порядкѣ, потому что, какъ видно изъ чертежа, во время нашего новолунія земля будетъ видима съ луны въ видѣ полнаго круга, діаметръ котораго гораздо больше видимаго нами діаметра луны (такъ какъ земля больше луны), и слѣд. полушаріе луны, обращенное къ землѣ, бываетъ въ это время освѣщено землей сильнѣе, чѣмъ во всякое другое; это то освѣщеніе и даетъ возможность видѣть съ земли въ теченіе нѣкотораго времени до и послѣ новолунія ту часть луны, до которой не достигаютъ солнечные лучи. Если смотрѣть на луну простыми глазами, то часть луннаго диска, освѣщенная пепельнымъ свѣтомъ, повидимому имѣетъ меньшій діаметръ, чѣмъ свѣтлая часть. Это явленіе происходитъ отъ свойства нашего глаза, называемаго *иррадіаціею*, по которому свѣтлые предметы на темномъ фонѣ всегда кажутся болѣе настоящей своей величины.

77. **Синодическій мѣсяцъ.** Мы сказали уже, что луна, приходя въ прежнее положеніе между звѣздами, т. е. сдѣлавши полный оборотъ, не имѣетъ той же фазы, какъ прежде. Причина этого заключается въ томъ, что солнце подвинется въ это время по эклиптикѣ, и слѣд. луна, сдѣлавши полный оборотъ, не находится въ томъ же положеніи относительно солнца, въ какомъ находилась въ этомъ мѣстѣ прежде. Въ самомъ

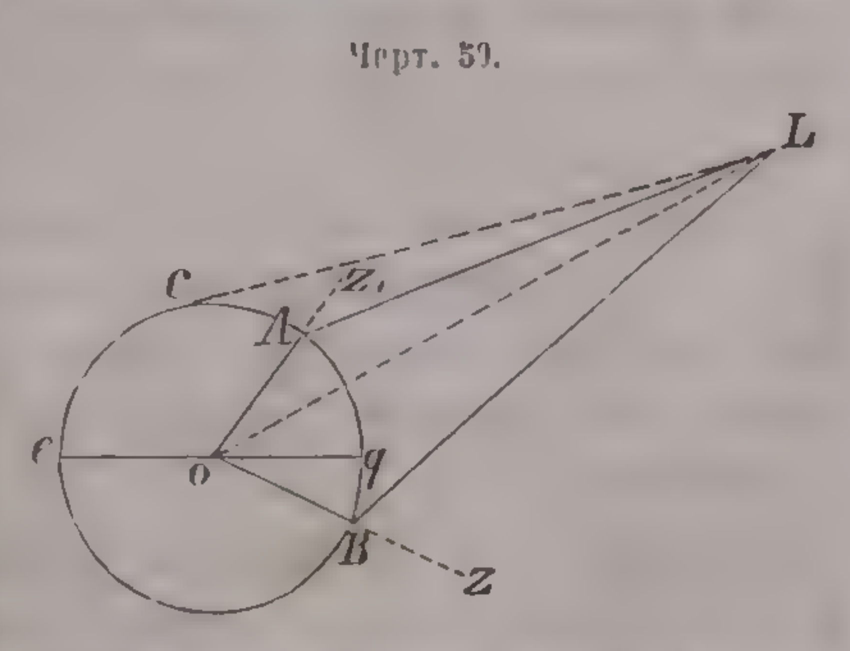
дѣлѣ пусть T (черт. 58) представляетъ землю, L—луну, S—солнце въ соединеніи и пусть оба свѣтила движутся по направленію стрѣлки. Черезъ 27 дней и 8 час. луна, сдѣлавъ полный сидерическій оборотъ, придетъ опять въ положеніе L; но въ теченіе этого времени солнце перейдетъ по эклиптикѣ въ точку S_1, отстоящую почти на 27^0 отъ S, и потому новое соединеніе случится тогда, когда солнце будетъ находиться напр. въ S_2, а луна въ L_1, т. е. когда луна сверхъ 360^0 пройдетъ еще дугу LL_1. Промежутокъ времени между двумя послѣдовательными соединеніями или противоположеніями луны и солнца наз. *синодическимъ мѣсяцемъ* и будетъ, очевидно, болѣе сидерическаго Синодическій мѣсяцъ равенъ 29 дн. 13 час.

Черт. 58.



78. **Разстояніе луны отъ земли.** Разстояніе луны отъ земли можно опредѣлить слѣдующимъ образомъ: положимъ, что въ мѣстахъ A и B (черт. 59) земной поверхности, лежащихъ подъ однимъ меридіаномъ и по обѣ стороны экватора, находятся два наблюдателя. Для обоихъ луна будетъ вступать на меридіанъ въ одинъ и тотъ же моментъ, и пусть оба они измѣряютъ въ этотъ моментъ зенитныя разстоянія центра луны L, т. е. углы ZBL и Z_1AL. Зная эти углы, а также и уголъ AOB, равный суммѣ широтъ мѣстъ A и B, можно будетъ построить четыреугольникъ AOBL. Для этого начертимъ сначала произвольнымъ радіусомъ окружность и черезъ центръ ея проведемъ двѣ линіи OZ и OZ_1, наклоненныя другъ къ другу подъ угломъ AOB, рав-

Черт. 59.



нымъ суммѣ широтъ мѣстъ наблюденія; потомъ въ точкахъ A и B построимъ углы ZBL и Z_1AL, равные наблюденнымъ зенитнымъ разстояніямъ, и продолжимъ линіи AL и BL до взаимнаго ихъ пересѣченія въ точкѣ L; эта точка и будетъ изображать мѣсто луны. Соединивъ теперь точку L съ центромъ окружности и смѣривъ, сколько разъ радіусъ ея AO содержится въ линіи OL, найдемъ разстояніе луны отъ земли, выраженное въ радіусахъ земли. Такимъ образомъ можно найти, что среднее разстояніе луны отъ земли равно 60 зем. рад.; оно не остается постояннымъ, а измѣняется отъ 56 до 64 зем. рад. Если, построивъ четыреугольникъ AOBL, провести изъ L касательную LC, то можно измѣрить уг. CLO, т. е. горизонтальный параллаксъ луны; средняя величина его есть 57′; поэтому діаметръ земли виденъ съ луны подъ угломъ 114′, т. е. почти въ четыре раза большимъ видимаго нами діаметра луны (32′).

79. **Величина луны.** Истинный діаметръ луны долженъ находиться въ такомъ же отношеніи къ діаметру земли, въ какомъ находятся ихъ видимые діаметры, т. е. онъ = $^{32}/_{114}$ или $^{3}/_{11}$ (почти $^{1}/_{4}$) діаметра земли. Поэтому поверхность луны въ 13 разъ, а объемъ въ 50 разъ меньше поверхности и объема земли.

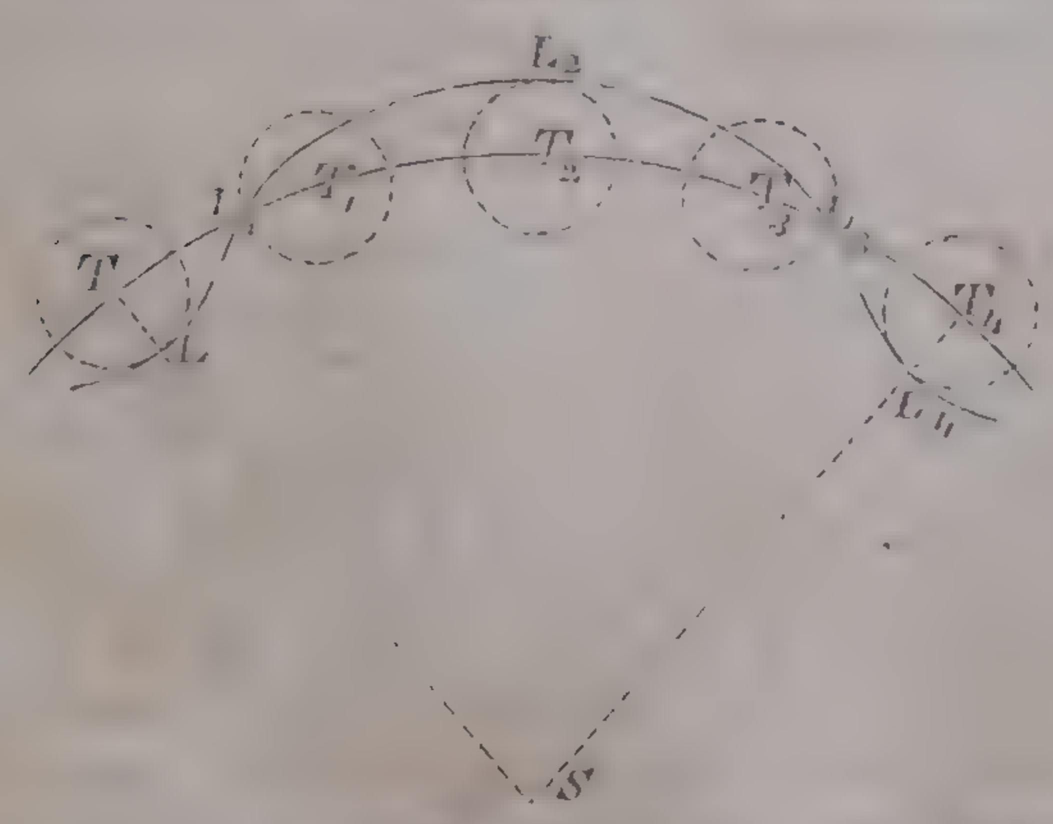
80. **Фигура лунной орбиты.** Наблюденія показали, что видимый діаметръ луны измѣняется и слѣд. она въ различное время бываетъ въ различныхъ разстояніяхъ отъ земли. Точное изслѣдованіе фигуры лунной орбиты показало, что *луна описываетъ около земли эллипсисъ, въ оскомъ изъ фокусовъ котораго находится центръ земли,* и что движеніе ея совершается по законамъ Кеплера. Та точка этого эллипсиса, въ которой луна находится въ наименьшемъ разстояніи отъ земли, наз. *перигеемъ*; та же, въ которой луна находится въ наибольшемъ разстояніи отъ земли—*апогеемъ*. Первое разстояніе приблизительно равно 56, а второе 64 зем. рад.; эксцентрицитетъ лунной орбиты = $^{1}/_{18}$; плоскость ея наклонена къ эклиптикѣ подъ угломъ 5° 9′. Точки пересѣченія лунной орбиты съ эклиптикою наз. *лунными узлами*. Узелъ, черезъ который луна переходитъ изъ той части своей орбиты, которая лежитъ къ югу

отъ эклиптики въ ту, которая лежитъ къ сѣверу отъ нея наз. *восходящимъ*, а противоположный—*нисходящимъ узломъ*.

81. **Движеніе луны въ пространствѣ.** Мы разсматривали до сихъ поръ движеніе луны около земли, предполагая, что эта послѣдняя остается въ покоѣ; но земля, какъ мы знаемъ, также движется вокругъ солнца, а потому движеніе луны въ пространствѣ для наблюдателя, находящагося на солнцѣ, представится далеко не такимъ, какимъ мы видимъ его съ земли. Движеніе это будетъ результатомъ двойнаго движенія луны около земли и вмѣстѣ съ этою послѣднею около солнца. Внимательное изученіе этого движенія показываетъ, что луна описываетъ въ пространствѣ волнообразную линію $LL_1L_2L_3$...... въ то время, когда земля движется по эллиптической орбитѣ $TT_1T_2T_3$...... (черт. 60). Замѣтимъ, что выпуклости этой волнообразной линіи въ дѣйствительности гораздо ближе къ орбитѣ земли, чѣмъ это для ясности показано на чертежѣ, такъ какъ разстоянія луны отъ земли LT, L_1T_1, L_2T_2...... составляютъ только $^1/_{400}$ разстоянія земли отъ солнца.

82. **Обращеніе луны около оси.** Разсматривая луну даже простыми глазами, можно замѣтить, что дискъ ея не вездѣ имѣетъ одинаковый блескъ; на поверхности его находится мно-

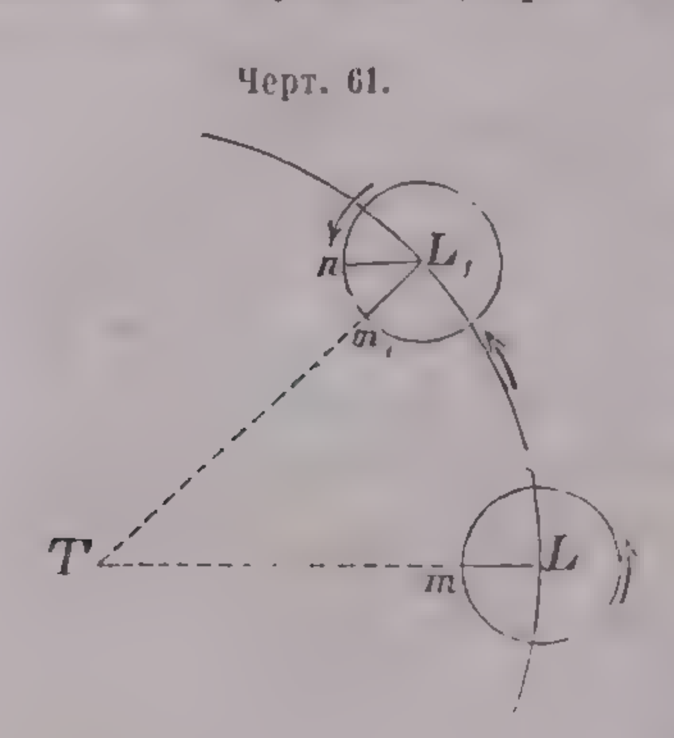
Черт. 60.



жество темныхъ пятенъ. Всякій легко можетъ замѣтить, что эти пятна остаются всегда однѣ и тѣ же и притомъ всегда въ

одномъ и томъ же положеніи относительно краевъ луны. Слѣд. луна обращена къ намъ всегда одной стороною, другой стороны ея мы никогда не видимъ; а изъ этого прямо слѣдуетъ, *что луна при своемъ движеніи около земли обращается также около оси и притомъ въ тотъ же промежутокъ времени, съ какой совершается полный оборотъ ея около земли.* Дѣйствительно, пусть L (черт. 61) будетъ положеніе луны на ея орбитѣ въ какое нибудь время, m — пятно, видимое съ земли T въ центрѣ луннаго диска. Черезъ нѣсколько времени луна придетъ въ положеніе L_1, и если бы она не обращалась около оси, то радіусъ ея Lm, перемѣщаясь параллельно прежнему своему положенію, принялъ бы теперь направленіе L_1n и слѣд. пятно m было бы теперь видно въ n, т. е. не занимало бы центра луннаго диска. Но какъ оно всегда видно въ центрѣ диска, то мы должны заключить, что луна, пройдя по орбитѣ дугу LL_1, повернулась въ то же время около оси на уг. $m_1L_1n = LTL_1$, по направленію своего поступательнаго движенія, т. е. отъ W къ O.

Черт. 61.



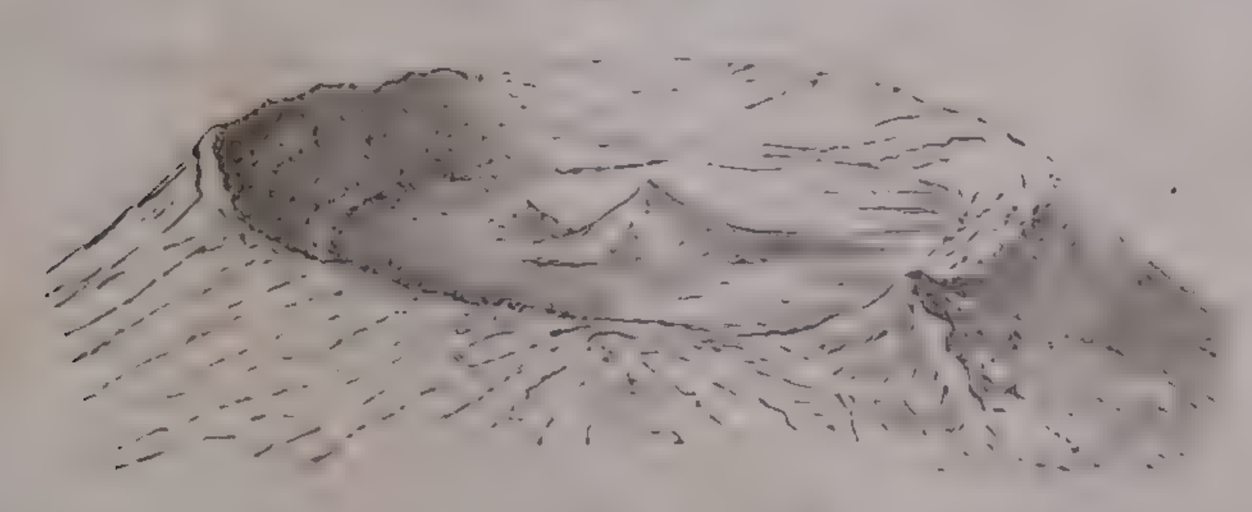
Чтобы представить это нагляднѣе, вообразимъ человѣка, который движется по кругу около дерева и держитъ лицо постоянно обращеннымъ къ этому дереву. Очевидно, что совершивши полный кругъ, человѣкъ этотъ въ то же время повернется около себя на 360°, потому что, если напр. при началѣ движенія лицо его было обращено къ N, то, когда онъ пройдетъ полкруга, его лицо будетъ уже обращено къ S. Ось вращенія луны почти перпендикулярна къ плоскости эклиптики.

83. **Физическое устройство луны.** Наблюдая луну въ телескопъ, можно убѣдиться, что поверхность ея представляетъ большія неровности. Когда луна имѣетъ видъ серпа, то внутренняя линія его, отдѣляющая освѣщенную часть луны отъ неос-

вѣщенной, не представляется сплошною кривою линіею, а имѣетъ множество зазубринъ, которыя указываютъ на неровности лунной поверхности. Сверхъ того въ темной части луннаго диска на нѣкоторомъ разстояніи отъ внутренней линіи можно видѣть иногда отдѣльныя свѣтлыя точки; точки эти суть не что иное, какъ вершины лунныхъ горъ, освѣщаемыя еще солнцемъ, тогда какъ низменности, окружающія эти горы, находятся уже въ тѣни. Наконецъ въ освѣщенной части луннаго диска посредствомъ телескопа ясно можно видѣть тѣни, отбрасываемыя горами; тѣни эти имѣютъ видъ небольшихъ темныхъ пятенъ, которыя измѣняютъ свое положеніе, по мѣрѣ того какъ измѣняется положеніе луны относительно солнца, но находятся всегда на сторонѣ, противоположной съ нимъ. Измѣряя длину этихъ тѣней, Галилей и послѣ него другіе астрономы нашли, что нѣкоторыя изъ лунныхъ горъ достигаютъ высоты 26000 футовъ. Поэтому лунныя горы въ отношеніи къ радіусу луны вчетверо выше земныхъ.

Горы на лунѣ весьма многочисленны; однѣ изъ нихъ составляютъ хребты, другія подымаются отдѣльными вершинами. Но большая часть ихъ имѣетъ особый, чрезвычайно характеристичный видъ, именно видъ широкаго кольца, внутри котораго находится пространное углубленіе или кратеръ. Приложенный чертежъ (62) можетъ дать понятіе объ этой почти общей формѣ

Черт. 62.



лунныхъ горъ. Весьма часто, какъ это показано на чертежѣ, внутри центральнаго углубленія находится отдѣльная гора, имѣющая форму конуса. Эта форма весьма рѣзко напоминаетъ

форму потухшихъ вулкановъ на земной поверхности; вся разница только въ томъ, что кратеры земныхъ вулкановъ никогда не имѣютъ такихъ громадныхъ размѣровъ, какіе имѣютъ кратеры лунныхъ горъ. Такъ кратеръ лунной горы Тихо-Браге имѣетъ 85 верстъ въ діаметрѣ; кратеръ другой горы Архимеда 80 верстъ, тогда какъ на землѣ діаметръ наибольшаго кратера потухшаго вулкана на островѣ Цейлонѣ — только 65 верстъ; кратеры же дѣйствующихъ вулкановъ имѣютъ еще меньшіе размѣры; такъ діаметръ кратера Этны меньше $1\frac{1}{2}$ версты; кратера Везувія — только 30 саженъ.

Кромѣ горъ на поверхности луны замѣтны большія пятна, менѣе свѣтлыя, чѣмъ другія части луннаго диска. Эти части лунной поверхности, хуже другихъ отражающія солнечные лучи, почти совсѣмъ не имѣютъ горъ. Гевелій назвалъ ихъ морями, и хотя это названіе не вѣрно, потому что воды на поверхности луны, какъ мы увидимъ, совсѣмъ нѣтъ, но названіе морей сохранилось за ними до сихъ поръ. Всѣ наблюденія показываютъ, что на лунѣ нѣтъ атмосферы, т. е. газообразной оболочки, подобной той, какая окружаетъ землю. Такъ присутствіе атмосферы на лунѣ должно было бы производить на ея поверхности явленіе, похожее на наши сумерки, и потому въ тѣхъ случаяхъ, когда луна имѣетъ видъ неполнаго круга, переходъ отъ освѣщенной части къ темной совершался бы постепенно. Но наблюденія показываютъ, что этого совсѣмъ нѣтъ; наоборотъ освѣщенная часть луннаго диска отдѣляется рѣзкой зазубренной линіей, въ которой совершенно незамѣтно постепеннаго перехода отъ свѣта къ тѣни. Кромѣ этого есть еще явленіе, посредствомъ котораго отсутствіе на лунѣ атмосферы становится несомнѣннымъ. Когда луна при своемъ движеніи проходитъ предъ какою нибудь звѣздою, она закрываетъ звѣзду на нѣкоторое время. Если на лунѣ нѣтъ атмосферы, то *покрытіе звѣзды* луною должно начинаться и кончаться именно въ тотъ моментъ когда дискъ луны касается прямой линіи, идущей отъ глаза наблюдателя къ звѣздѣ. Поэтому, зная движеніе луны, можно заранѣе вычислить конецъ, а слѣд. и продолжительность покрытія звѣзды луною. Но если луна окружена атмо-

сферою, то лучъ свѣта, идущій отъ звѣзды и касающійся края луны, вслѣдствіе преломленія могъ бы доходить до глаза наблюдателя тогда, когда дѣйствительное покрытіе уже совершилось; по той же причинѣ звѣзда была бы видна наблюдателю раньше, чѣмъ кончилось дѣйствительное покрытіе, и слѣд. присутствіе на лунѣ атмосферы уменьшало бы продолжительность времени покрытія. Однако всѣ наблюденія, сдѣланныя со всевозможною тщательностію, не показываютъ ни малѣйшей разницы между наблюдаемымъ и вычисленнымъ временемъ покрытія звѣзды. Значитъ луна не имѣетъ атмосферы, или, если и имѣетъ, то плотность этой атмосферы такъ мала, что лучи свѣта не могутъ преломляться въ ней.

Необходимымъ слѣдствіемъ отсутствія на лунѣ атмосферы должно быть то, что на поверхности спутника земли не можетъ быть ни морей и вообще никакихъ жидкостей; въ противномъ случаѣ часть этихъ жидкостей тотчасъ же обратилась бы въ пары и составила бы атмосферу.

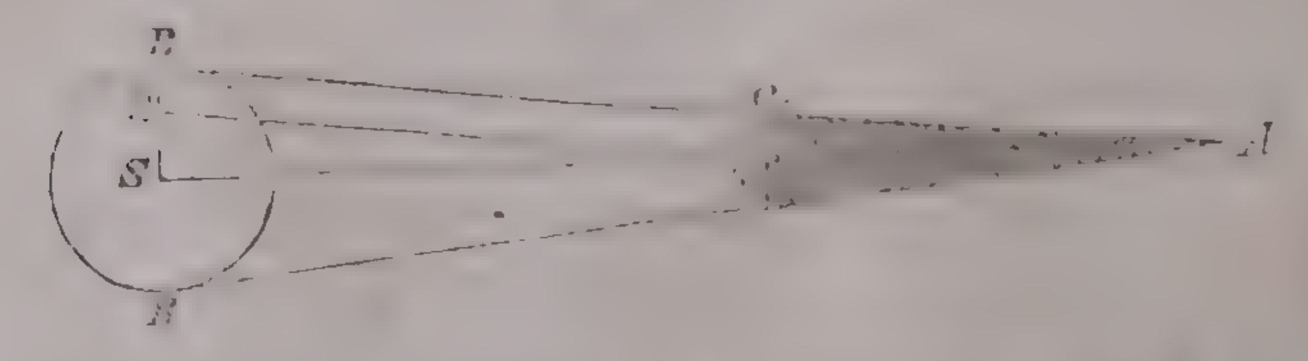
Поверхность луны должна представляться совершенно мертвою, лишенною даже всякаго слѣда растительности. Вслѣдствіе отсутствія атмосферы и воды она должна сохранять тотъ видъ, какой получила при отвердѣніи. Этимъ и объясняется то обстоятельство, что почти всѣ лунныя горы имѣютъ видъ круглыхъ цирковъ, тогда какъ такая форма рѣдко встрѣчается на землѣ, гдѣ воздухъ и вода, разрушая постоянно почву, произвели осадочные слои, совершенно скрывающіе первоначальный видъ земнаго шара.

84. **Лунныя затмѣнія.** Такъ какъ земля есть тѣло темное, освѣщаемое солнцемъ, то она отбрасываетъ отъ себя тѣнь, которая должна имѣть форму сходящагося конуса, потому что солнце болѣе земли; ось конуса тѣни должна лежать въ плоскости эклиптики. Если луна при своемъ движеніи около земли погрузится въ этотъ конусъ тѣни, то дискъ ея, не будучи освѣщаемъ солнечными лучами, меркнетъ. Это явленіе называется *луннымъ затмѣніемъ*. Лунное затмѣніе называется *частнымъ*, когда только часть луннаго диска и *полнымъ*, когда весь дискъ луны погружается въ конусъ тѣни. Такъ какъ тѣнь

земли находится на сторонѣ, противоположной солнцу, то лунныя затмѣнія должны случаться, когда луна находится въ противостояніи съ солнцемъ, т. е. въ *полнолуніи*. Если бы луна двигалась въ плоскости эклиптики, то затмѣніе случалось бы каждое полнолуніе; но плоскость ея орбиты наклонена къ эклиптикѣ подъ угломъ 5°9′; а потому лунное затмѣніе можетъ произойти только въ такомъ случаѣ, когда во время полнолунія луна будетъ находиться вблизи плоскости эклиптики, или не далеко отъ узла. Найдено, что если разстояніе луны отъ узла во время полнолунія будетъ болѣе 13°20′, то она уже не можетъ попасть въ конусъ тѣни. Чтобы выразить величину затмѣнія, предполагаютъ лунный діаметръ раздѣленнымъ на 12 равныхъ частей, называемыхъ *дюймами*, и означаютъ, сколько такихъ частей должно погрузиться въ конусъ тѣни; такъ напр. если половина луннаго діаметра должна погрузиться въ тѣнь, то говорятъ, что величина затмѣнія равна 6 дюймамъ и т. под.

Чтобы убѣдиться въ томъ, что луна можетъ погрузиться вся или отчасти въ конусъ тѣни, опредѣлимъ длину его. Вообразимъ конусъ BAB$_1$ (черт. 63), касающійся къ солнцу S и землѣ T; часть этого конуса, находящійся за землею на сторонѣ, противоположной солнцу, и будетъ изображать конусъ тѣни. Назовемъ радіусъ солнца R, радіусъ земли r, длину конуса тѣни — l, разст. земли отъ солнца D и проведемъ изъ T линію

Черт. 63.



TE параллельную касательной AB; тогда изъ подобія тр — ковъ ATC и TSE будемъ имѣть $\frac{AT}{ST} = \frac{CT}{ES}$, или $\frac{l}{D} = \frac{r}{R-r}$, откуда $l = \frac{D r}{R-r}$. Такъ какъ $D = 24000$, а $R = 112$ земнымъ радіусамъ, то подставляя эти величины, найдемъ, что длина конуса тѣни среднимъ числомъ равна 216 земнымъ радіусамъ. Но разстояніе луны отъ земли равно только 60 земнымъ радіусамъ, поэто-

му луна при своемъ движенiи непремѣнно встрѣтитъ конусъ тѣни, если только она находится вблизи эклиптики. Такъ какъ дiаметръ сѣченiя конуса тѣни, сдѣланнаго на разстоянiи 108 земныхъ радiусовъ отъ земли, равенъ половинѣ земнаго дiаметра, то дiаметръ сѣченiя, сдѣланнаго еще ближе къ землѣ, напр. на разстоянiи 60 земныхъ радiусовъ, будетъ болѣе половины дiаметра земли; а дiаметръ луны, какъ мы видѣли, равенъ почти $\frac{1}{4}$ земнаго, поэтому луна при благопрiятныхъ обстоятельствахъ можетъ совершенно войти въ конусъ тѣни.

Извѣстно изъ Физики, что если источникъ свѣта не есть свѣтящаяся точка, а цѣлая поверхность, то при освѣщенiи имъ темныхъ предметовъ, они будутъ давать тѣнь, окруженную кольцомъ полутѣни. Поэтому и конусъ тѣни, отбрасываемой землею, будетъ какъ бы обвернутъ въ другой конусъ полутѣни, и луна прежде погруженiя своего въ тѣнь, должна войти въ полутѣнь, а слѣд. блескъ ея долженъ исчезать постепенно, а не померкать вдругъ. Подобное явленiе должно происходить и при выходѣ луны изъ конуса тѣни, и потому при наблюденiяхъ лунныхъ затмѣнiй совершенно невозможно опредѣлить истинный моментъ начала и конца затмѣнiя. Если бы это было возможно, то лунныя затмѣнiя, происходя одновременно для различныхъ мѣстъ земной поверхности, служили бы превосходнымъ средствомъ для опредѣленiя долготъ.

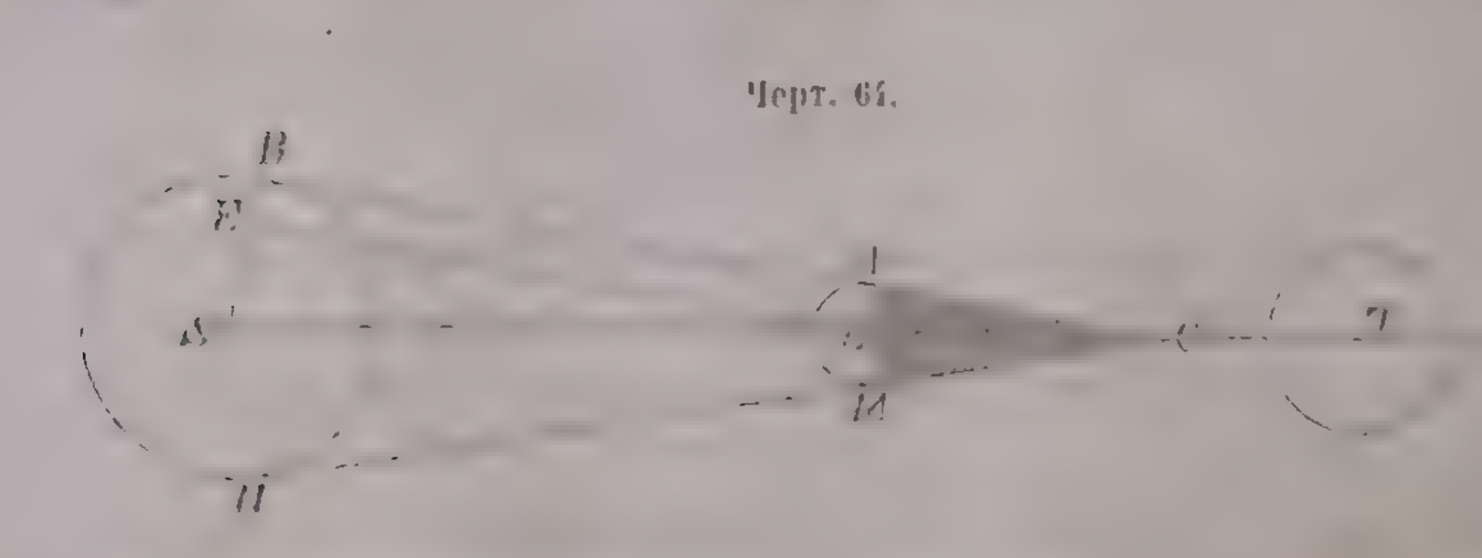
Обратимъ вниманiе еще на одно обстоятельство, сопровождающее лунныя затмѣнiя. Когда луна погрузится въ конусъ тѣни, то она не совершенно меркнетъ, а бываетъ освѣщена слабымъ красноватымъ свѣтомъ. Причина этого заключается въ томъ, что въ конусъ тѣни попадаютъ солнечные лучи, прошедшiе черезъ земную атмосферу, которая, какъ извѣстно, пропускаетъ красный цвѣтъ.

85. **Солнечныя затмѣнiя.** Если луна при своемъ движенiи около земли будетъ находиться между землею и солнцемъ, то она можетъ закрыть или часть солнечнаго диска или весь дискъ его; въ такомъ случаѣ произойдетъ *солнечное затмѣнiе*. Такъ какъ луна должна находиться при этомъ на одной сторонѣ съ солнцемъ или въ соединенiи, то солнечное затмѣнiе можетъ случиться только въ *новолунiе*. Если бы луна двигалась въ

плоскости эклиптики, то солнечное затмѣніе происходило бы каждое новолуніе; но такъ какъ плоскость лунной орбиты наклонена къ плоскости эклиптики, то луна во время новолунія иногда можетъ находиться въ томъ направленіи, по которому мы видимъ солнце, въ другое время-нѣтъ. Солнечное затмѣніе, очевидно, можетъ произойти только въ первомъ случаѣ: а это будетъ тогда, когда луна находится или въ которомъ нибудь изъ узловъ или близь него. Вычислено, что солнечное затмѣніе возможно только тогда, когда разстояніе луны отъ узла не превышаетъ 19°44′. Солнечное затмѣніе бываетъ *полное*, когда весь дискъ солнца закрывается темнымъ дискомъ луны, и *частное*, когда закрывается только часть его. Сверхъ того солнечное затмѣніе иногда бываетъ *кольцеобразное*, когда луна закрываетъ только середину солнечнаго диска и оставляетъ видимыми его края. Величину затмѣнія и въ этомъ случаѣ означаютъ дюймами, т. е. двѣнадцатыми долями солнечнаго діаметра. Такъ какъ луна движется къ О быстрѣе солнца, то понятно, что солнечное затмѣніе начинается съ западной стороны солнца и кончается на его восточной сторонѣ.

Пусть S (черт. 64) изображаетъ солнце, L — луну и пусть BAC и NMC представляютъ лежащія въ плоскости чертежа об

Черт. 64.



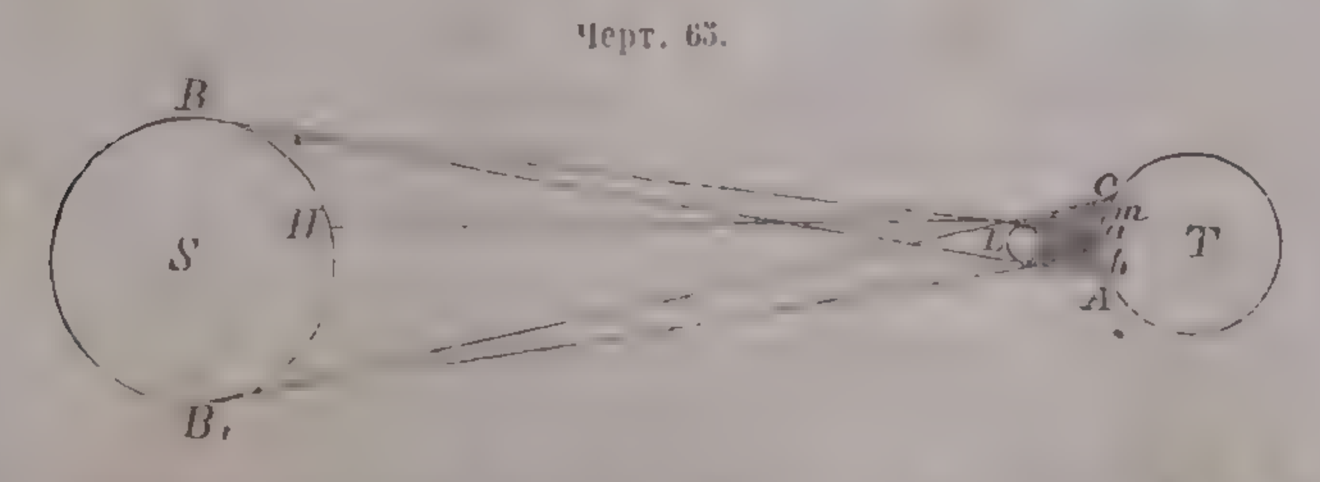
разующія линіи конуса, касательнаго къ обоимъ шарамъ. Нетрудно найти разстояніе вершины конуса тѣни отъ луны. Изъ подобія тр...ковъ MLC и LES имѣемъ $\frac{LC}{SL} = \frac{ML}{SE}$, или называя LC черезъ l, радіусъ луны r, радіусъ солнца R, разстояніе земли отъ солнца D, разстояніе луны отъ земли TL — D_1 и за-

мѣтивъ, что $LS = D - D_1$, получимъ $\frac{l}{D - D_1} = \frac{r}{R - r}$, откуда $l = \frac{(D - D_1) r}{R - r}$.

Такъ какъ разстоянія солнца и луны отъ земли не остаются постоянными, то и длина конуса тѣни, отбрасываемаго луною во время новолунія, не всегда будетъ одна и та же; она будетъ наибольшая, когда величина $D - D_1$ будетъ наибольшая; а это случится, когда солнце находится въ наибольшемъ, а луна въ наименьшемъ разстояніи отъ земли; наоборотъ длина конуса тѣни будетъ наименьшая, когда солнце находится въ наименьшемъ, а луна въ наибольшемъ разстояніи отъ земли. Подставляя соотвѣтствующія обоимъ случаямъ величины D, D_1, R и r въ предыдущую формулу, найдемъ, что длина конуса тѣни при наибольшей величинѣ равна 60, а при наименьшей — 58 зем. рад. А такъ какъ разстояніе луны отъ земли измѣняется между 56 и 64 земными радіусами, то конусъ тѣни иногда будетъ, а иногда небудетъ достигать до земной поверхности. Отъ этого солнечныя затмѣнія въ нѣкоторыхъ случаяхъ будутъ представлять такія особенности, которыхъ не будетъ въ другихъ случаяхъ.

Если разстояніе луны отъ земли будетъ наименьшее, то вершина конуса тѣни будетъ падать дальше земной поверхности, а слѣд. конусъ тѣни, встрѣчая земную поверхность, дастъ на ней темное пятно *ab* черт. 65, въ каждой точкѣ котораго будетъ видно полное солнечное затмѣніе, потому что ни одинъ солнечный лучъ не попадетъ въ эту точку. Но какъ и при лунныхъ затмѣніяхъ, здѣсь кромѣ тѣни будетъ еще и полу-

Черт. 65.

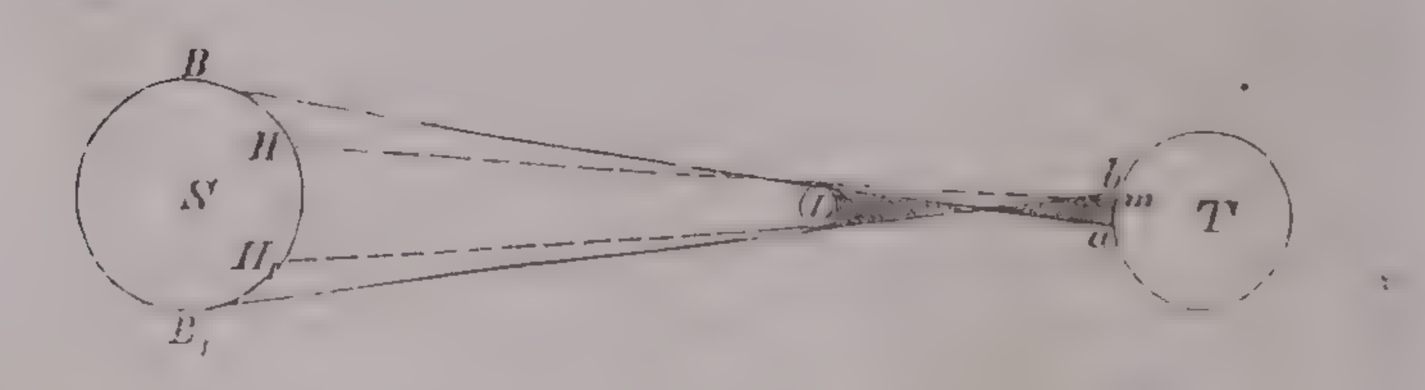


тѣнь, предѣлы которой будутъ ограничены лучами BA и B_1C, также касательными къ поверхности луны, въ каждой точкѣ этой полутѣни, напр. въ точкѣ *m* будетъ только *частное затмѣніе*, потому что только часть B_1H солнечнаго диска, лежащая въ конусѣ полутѣни, начиная отъ луча *mH*, будетъ не-

видима; другая же часть *BH* будетъ видима. Для точекъ, сосѣднихъ съ тѣнью, затмѣніе будетъ почти полное; для точекъ, лежащихъ близъ границъ свѣтлаго пространства, будетъ виденъ почти весь дискъ солнца; наконецъ для точекъ, лежащихъ внѣ границъ полутѣни, въ разсматриваемый моментъ затмѣнія не будетъ.

Если же разстояніе луны отъ земли будетъ наибольшее, то вершина конуса тѣни не будетъ достигать до земной поверхности. Въ этомъ случаѣ полнаго затмѣнія не будетъ нигдѣ на землѣ, но зато можетъ случиться одно обстоятельство, котораго не было въ предъидущемъ случаѣ. Продолживъ конусъ тѣни за его вершину (черт. 66), мы получимъ новый конусъ,

Черт. 66.



который при пересѣченіи съ земною поверхностью дастъ *темное пятно ab*; пусть *m* будетъ одна изъ точекъ этого пятна; тогда прямыя линіи, проведенныя изъ этой точки къ краямъ луннаго диска, составятъ новый конусъ, который закроетъ внутреннюю часть солнечнаго диска, и слѣд. во всѣхъ точкахъ этого пятна луна будетъ видна на солнечномъ дискѣ въ видѣ темнаго круга, около котораго будетъ видно блестящее кольцо незакрытой части солнца, т. е. произойдетъ кольцеобразное затмѣніе. И такъ когда луна становится между землею и солнцемъ, то для нѣкоторыхъ точекъ земной поверхности затмѣніе будетъ полное или кольцеобразное, смотря по тому, каково будетъ разстояніе луны отъ земли.

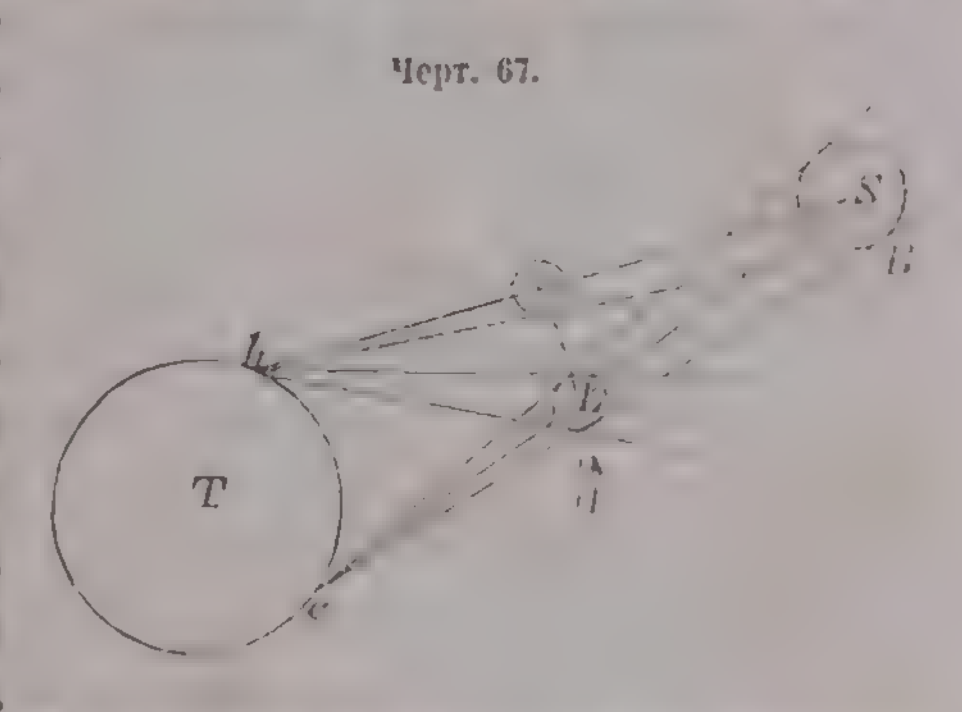
Подобно тому, какъ тѣнь отъ облака движется по земной поверхности вмѣстѣ съ движеніемъ этого послѣдняго, точно также пятно тѣни и полутѣни, отбрасываемой луною, а вмѣстѣ съ нимъ и затмѣніе, перемѣщается на земной поверхности съ W на O по направленію видимаго движенія луны. Если бы луна и солнце были неподвижны, то пятно отъ обращенія земли около оси двигалось бы отъ O къ W; но луна движется по

орбитѣ и скорость ея больше скорости вращенія земли, поэтому пятно движется отъ W къ O.

Между затмѣніями луны и солнца есть существенная разница. Первыя не зависятъ отъ положенія наблюдателя на земной поверхности: луна затмѣвается въ одинъ и тотъ же моментъ для всѣхъ наблюдателей земной поверхности, надъ горизонтомъ которыхъ она видна. Наоборотъ солнечныя затмѣнія происходятъ не одновременно для различныхъ наблюдателей; въ одномъ мѣстѣ затмѣніе уже началось, а въ другомъ еще нѣтъ.

Чтобы объяснить это, положимъ, что въ нѣкоторый моментъ въ точкѣ земли *a* (черт. 67) имѣетъ мѣсто солнечное затмѣніе; это значитъ, что дискъ луны L находится на линіи *a*S, соединяющей мѣсто *a* съ центромъ солнца S. Въ этотъ моментъ изъ другой точки земли *b* луна можетъ быть видима совсѣмъ въ сторонѣ отъ линіи *b*S, по которой изъ мѣста *b* виденъ центръ солнца, и слѣд. въ мѣстѣ *b* затмѣніе еще не началось, а начнется тогда, когда, въ слѣдствіе движенія луны отъ W къ O, край луннаго диска коснется линіи *b*B, по которой изъ точки *b* виденъ западный край B солнечнаго диска.

Черт. 67.



Полныя солнечныя затмѣнія сопровождаются довольно сильною темнотою, непохожею однако на темноту ночи. Небо принимаетъ сѣровато-зеленый цвѣтъ и на немъ являются нѣкоторыя свѣтлыя звѣзды. Температура воздуха быстро понижается на нѣсколько градусовъ; животныя оказываютъ безпокойство, нѣкоторыя растенія свертываютъ листья и цвѣты, какъ при наступленіи ночи. Темнота можетъ продолжаться не болѣе 6 минутъ при самыхъ благопріятныхъ обстоятельствахъ.

Пока длится полное затмѣніе, темный дискъ луны бываетъ окруженъ свѣтлымъ кольцомъ, распространяющимъ желтые лу-

чи. Явленіе этого кольца приписываютъ солнечной атмосферѣ, распространяющейся далеко за фотосферу. Кромѣ этого кольца на границахъ темнаго диска луны въ разныхъ мѣстахъ замѣчаютъ особыя возвышенія фіолетово-розоваго цвѣта; но въ чемъ заключается причина ихъ—до сихъ поръ еще неизвѣстно.

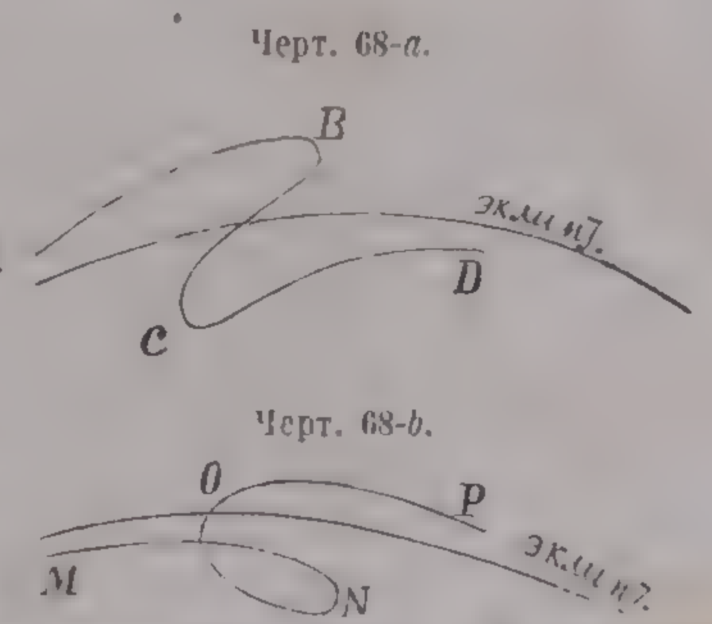
IX.

ПЛАНЕТЫ.

86. **Планеты верхнія и нижнія**. *Планетами* или *блуждающими звѣздами* древніе называли такія звѣзды, которыя, подобно солнцу и лунѣ, измѣняютъ свое положеніе на небесномъ сводѣ между другими (неподвижными) звѣздами. Внимательное наблюденіе этихъ свѣтилъ показываетъ, что онѣ движутся иногда въ ту же сторону, въ какую движутся солнце и луна, т. е. съ W на O, иногда же въ противоположную; въ промежутокъ между тѣмъ и другимъ движеніемъ планета какъ бы останавливается на нѣкоторое время. Движеніе планеты по направленію видимаго годоваго движенія солнца называется *прямымъ движеніемъ*, а по направленію противоположному — *возвратнымъ*. При своемъ движеніи на небесномъ сводѣ, планеты остаются постоянно вблизи эклиптики; но положеніе ихъ относительно солнца измѣняется: онѣ то приближаются къ солнцу, то удаляются отъ него; то бываютъ на восточной сторонѣ солнца, то переходятъ на западную сторону его. При этомъ нѣкоторыя изъ планетъ никогда не удаляются далѣе извѣстныхъ предѣловъ по ту и другую сторону солнца; а достигши этихъ предѣловъ, начинаютъ опять приближаться къ нему, и такимъ образомъ какъ бы колеблятся около солнца, сопровождая его при видимомъ годичномъ движеніи. Другія планеты удаляются отъ солнца на всевозможныя угловыя разстоянія и бываютъ даже на сторонѣ неба, противоположной той, гдѣ находится солнце, или въ *противостояніи* съ нимъ. Первыя планеты называются *нижними*, а послѣднія—*верхними*. Древнимъ извѣстны были только 5 планетъ, видимыхъ простыми глазами:

двѣ нижнихъ — *Меркурій* и *Венера*, и три верхнихъ — *Марсъ*, *Юпитеръ* и *Сатурнъ*; въ настоящее время извѣстны еще двѣ большихъ верхнихъ планеты *Уранъ* и *Нептунъ* и около 90 малыхъ, называемыхъ *астероидами*.

87. **Кажущееся движеніе планетъ.** Если мы будемъ наблюдать какую нибудь планету въ теченіе нѣкотораго довольно значительнаго промежутка времени и означать послѣдовательныя ея положенія на небесномъ глобусѣ, то путь планеты въ теченіе этого времени изобразится кривою линіею, имѣющею иногда видъ линіи ABCD (черт. 68-*a*), а иногда видъ линіи MNOP (черт. 68-*b*). Вмѣстѣ съ этимъ видимый діаметръ планеты измѣняется, слѣд. и разстояніе планеты отъ земли не остается одно и то же.

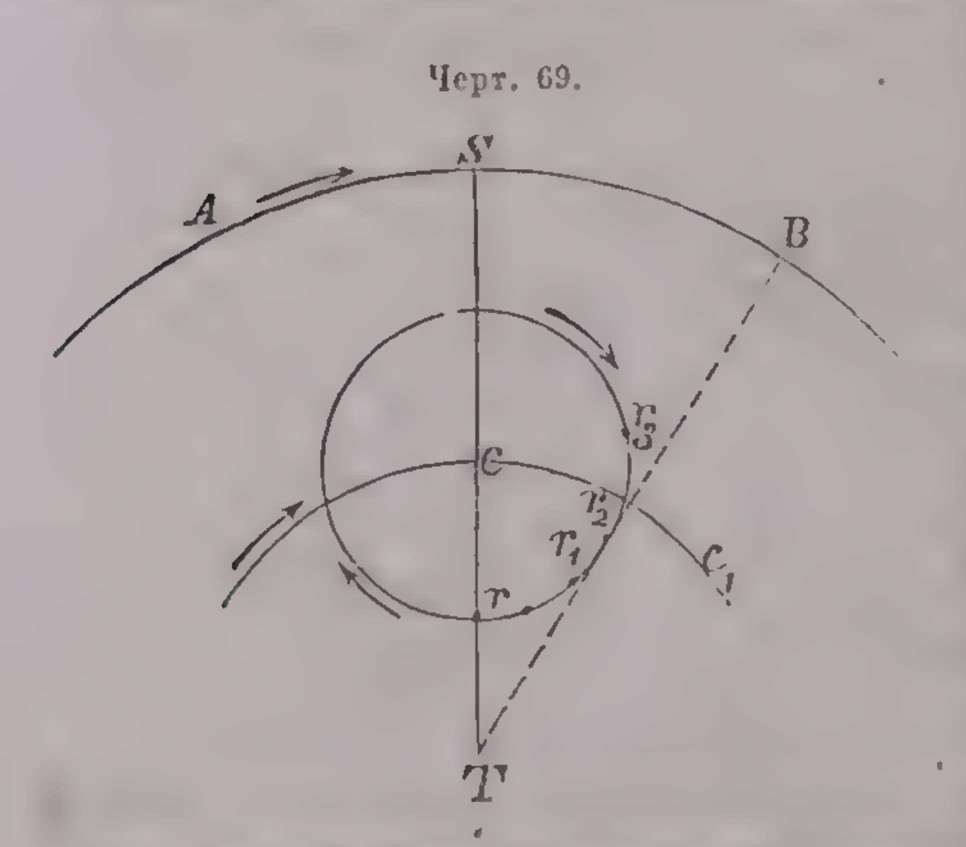


Видимый діаметръ верхнихъ планетъ бываетъ *наименьшій*, когда планета находится въ той же сторонѣ неба, гдѣ и солнце, или во время *соединенія* съ солнцемъ; *наибольшій* во время *противостоянія*; слѣд. разстояніе ихъ отъ земли бываетъ *наибольшее въ соединеніи* и *наименьшее въ противостояніи*. У нижнихъ планетъ, которыя никогда не бываютъ въ противостояніи съ солнцемъ, но два раза въ соединеніи съ нимъ — одинъ разъ во время прямаго движенія, другой разъ во время возвратнаго, діаметръ бываетъ наименьшій и значитъ разстояніе наибольшее во время перваго соединенія, называемаго *верхнимъ*; наибольшій же діаметръ и слѣд. наименьшее разстояніе онѣ имѣютъ во время втораго соединенія, называемаго *нижнимъ*. Промежутокъ времени между двумя верхними или двумя нижними соединеніями нижней планеты, или между двумя соединеніями или противостояніями верхней планеты наз. *синодическимъ оборотомъ ея*.

88. **Система Птоломея.** Для объясненія этого запутаннаго движенія планетъ, древніе астрономы, считая землю неподвиж-

ною, придумали слѣдующее построеніе. Каждая планета движется по кругу не около земли, но около нѣкотораго центра, который самъ тоже движется по кругу около земли. Кругъ, по которому движется планета, называли они *эпицикломъ*; а кругъ, по которому движется центръ эпицикла, *деферентомъ*. И центръ эпицикла и планета на эпициклѣ движутся въ сторону видимаго годоваго движенія солнца. Для нижнихъ планетъ, которыя находятся ближе отъ земли, чѣмъ солнце, выполняется еще одно условіе: центръ эпицикла при своемъ движеніи по деференту находится всегда на линіи, соединяющей солнце съ землею. При такомъ предположеніи прямыя и возвратныя движенія планетъ объясняются очень удобно. Въ самомъ дѣлѣ пусть T (черт. 69) представляетъ землю, S — солнце, r — планету на эпициклѣ, CC_1 — кругъ, по которому движется центръ эпицикла, ASB — часть орбиты солнца. Солнце, планета и центръ эпицикла движутся съ W на O, по направленію, указанному стрѣлками. Если планета при своемъ движеніи на эпициклѣ будетъ находиться въ части его, болѣе отдаленной отъ земли, то движеніе ея для наблюдателя, находящагося на землѣ, будетъ казаться направленнымъ въ сторону видимаго годоваго движенія солнца, т. е. будетъ *прямое*; если же планета находится въ части эпицикла, обращенной къ землѣ, то она будетъ двигаться въ сторону, противоположную видимому годовому движенію солнца, т. е. движеніе ея будетъ *возвратное*. Если наконецъ планета будетъ находиться въ тѣхъ частяхъ эпицикла, гдѣ лучъ зрѣнія, идущій отъ наблюдателя, будетъ почти касаться къ эпициклу, напр. въ точкахъ r_1, r_2, то наблюдатель будетъ видѣть ее въ теченіе нѣкотораго времени почти по одной прямой линіи и она будетъ казаться ему остановившеюся. Кромѣ того, такъ какъ центръ эпицикла находится постоянно на линіи, соединяющей центры земли и солнца, то планета никогда не будетъ удаляться отъ солнца далѣе извѣстныхъ предѣловъ по ту и другую сторону его. Наконецъ, такъ какъ планета движется не въ плоскости эклиптики, а бываетъ по ту и по другую сто-

Черт. 69.



рону ея, то для выполненія этого условія надо предположить, что плоскость эпицикла нѣсколько наклонена къ плоскости эклиптики. При этомъ условіи двойное движеніе планеты на эпициклѣ и вмѣстѣ съ нимъ на деферентѣ, при соотвѣтственно выбранныхъ скоростяхъ, можетъ представиться одною изъ кривыхъ линій чертежа 68-го.

Такъ какъ верхнія планеты, имѣя прямое и возвратное движеніе, удаляются отъ солнца на всевозможныя разстоянія, то для объясненія движенія ихъ достаточно только движенія по эпициклу и центра его по деференту. Самыя планеты, къ которымъ древніе причисляли солнце и луну, расположены въ слѣдующемъ порядкѣ: около земли, находящейся неподвижно въ центрѣ вселенной, движутся Луна, потомъ Меркурій, Венера, Солнце, Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ. Всѣ планеты, двигаясь по эпицикламъ, вмѣстѣ съ неподвижными звѣздами совершаютъ въ 24 звѣздныхъ часа полный оборотъ около оси міра.

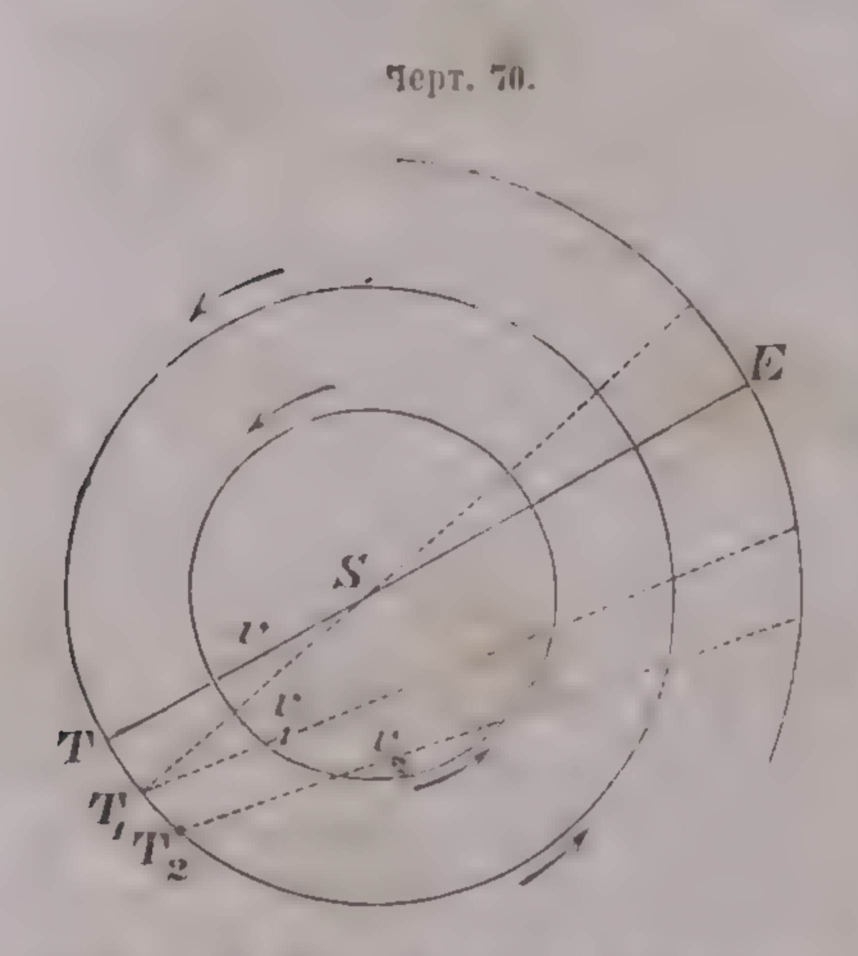
Эти идеи древнихъ объ устройствѣ вселенной изложены въ сочиненіи, называемомъ Альмагестъ (μεγαλὴ σύνταξις), принадлежащемъ знаменитому Александрійскому астроному Птоломею, жившему за 130 лѣтъ до Р. Х., и потому система древнихъ извѣстна подъ названіемъ *системы Птоломея*. Впрочемъ нѣкоторые изъ древнихъ философовъ имѣли совершенно другія понятія объ устройствѣ вселенной. Такъ Пиѳагорейцы учили, что солнце находится въ центрѣ вселенной, а земля и планеты обращаются около него. Ученіе это однако было совершенно забыто до времени Коперника, который, изложивъ его въ своемъ безсмертномъ сочиненіи *De revolutionibus orbium coelestium*, по справедливости долженъ быть считаемъ основателемъ истинной системы устройства вселенной.

89. **Система Коперника.** По системѣ Коперника, планеты суть тѣла темныя, освѣщаемыя солнцемъ и подобныя землѣ, которая сама есть тоже планета. Земля и всѣ планеты имѣютъ двоякое движеніе: одно вращательное около оси, а другое поступательное около солнца, относительно котораго онѣ расположены въ слѣдующемъ порядкѣ: Меркурій, Венера, Земля, Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ. Для наблюдателя, находящагося на земной поверхности и не замѣчающаго двойнаго движенія ея, слѣдствіемъ перваго будетъ суточное вращеніе небеснаго свода, слѣдствіемъ втораго—видимое годичное движеніе солнца. Поэтому видимое движеніе планетъ есть слѣдствіе дѣйствительна-

го движенія ихъ самихъ и земли около солнца. Разница въ движеніи верхнихъ и нижнихъ планетъ происходитъ отъ того, что разстояніе первыхъ менѣе, а вторыхъ болѣе разстоянія земли отъ солнца. Луна не есть планета, обращающаяся около солнца, какъ думали древніе; она есть спутникъ земли, обращающійся около этой послѣдней.

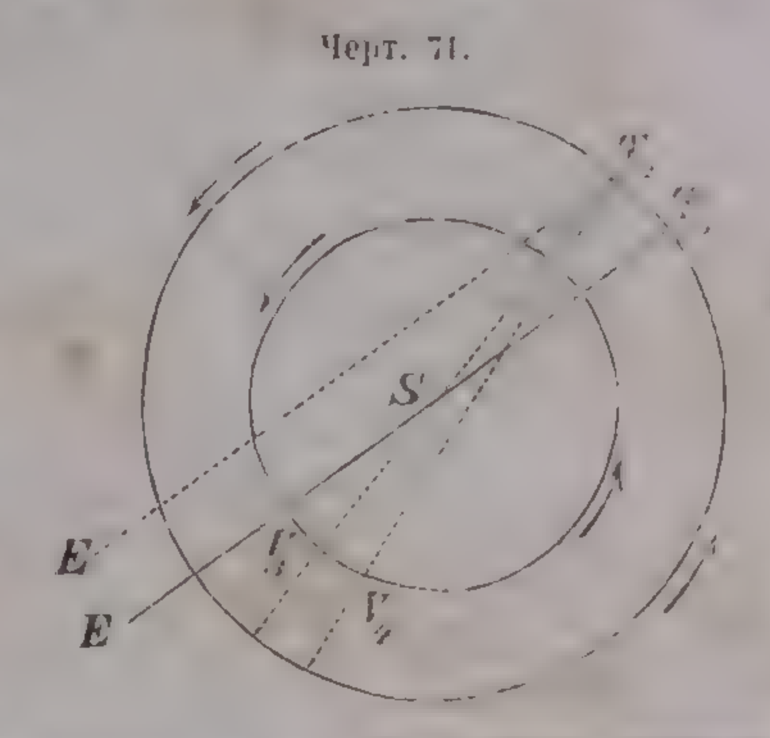
90. **Объясненіе стояній, прямыхъ и возвратныхъ движеній по системѣ Коперника.** Разсмотримъ теперь, какимъ образомъ дѣйствительное движеніе земли и планетъ около солнца можетъ произвести всѣ обстоятельства видимаго движенія планетъ для наблюдателя, находящагося на землѣ. Разсмотримъ сначала движеніе какой нибудь нижней планеты, наприм. Венеры. Пусть солнце S (черт. 70) находится неподвижно въ центрѣ круговъ, описываемыхъ Венерою v и землею T; такъ какъ орбита Венеры меньше орбиты земли, то Венера не будетъ удаляться отъ солнца далѣе извѣстнаго разстоянія, опредѣляемаго угломъ, составляемымъ линіею TS съ касательною линіею, проведенною отъ земли къ орбитѣ Венеры. Положимъ, что земля и планета обѣ движутся отъ W къ O въ направленіяхъ, означенныхъ стрѣлками, и первая находится въ T, а вторая въ v; при этомъ планета и солнце будутъ видимы на сводѣ въ одномъ направленіи съ какой нибудь неподвижной звѣздой E, и такъ какъ планета находится въ этомъ положеніи ближе къ землѣ, чѣмъ солнце, то слѣд. она будетъ въ нижнемъ соединеніи съ солнцемъ. Пусть по прошествіи нѣкотораго времени земля придетъ въ T_1, а планета въ v_1, описавъ дугу vv_1, бóльшую дуги TT_1 (что и дѣйствительно существуетъ, какъ мы увидимъ дальше, потому что нижнія планеты движутся скорѣе земли). Изъ T_1 солнце

Черт. 70.



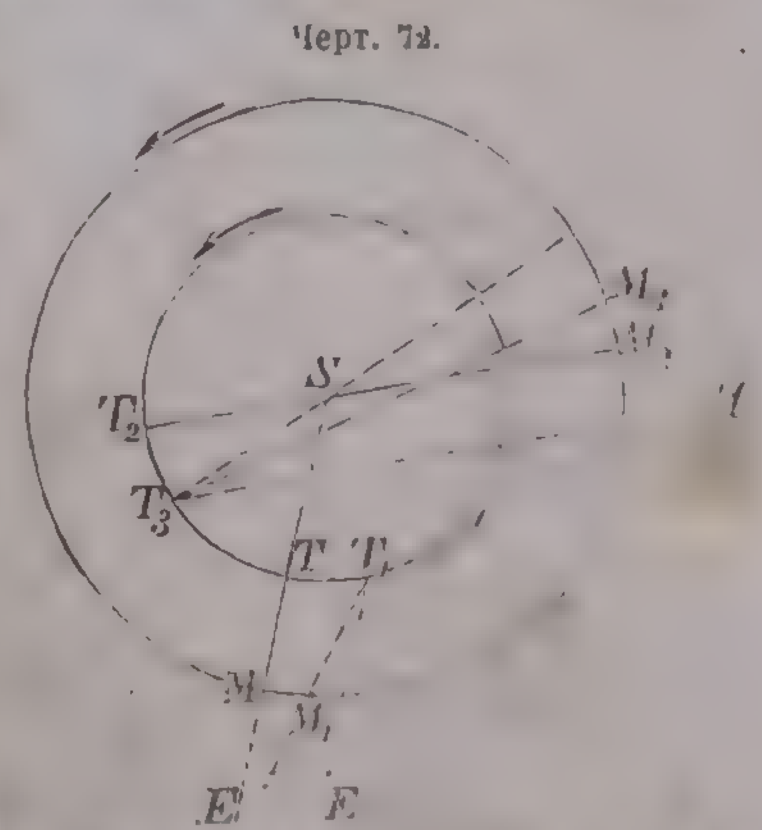
будетъ видно по направленію T_1S, а планета по направленію T_1v_1, т. е. намъ будетъ казаться, что планета отступила отъ неподвижной звѣзды E въ сторону, противную той, въ которую подвинулось солнце, и слѣд. ея движеніе будетъ возвратное. При дальнѣйшемъ своемъ движеніи, планета придетъ въ такую точку v_2 своей орбиты, что направленія T_1v_1 и T_2v_2, по которымъ мы видимъ ее съ земли, будутъ параллельны между собою; слѣд. положеніе ея относительно звѣзды E не измѣнится, и планета будетъ казаться остановившейся. Если наконецъ (черт. 71) земля придетъ въ T_3, а планета въ V_3, то послѣдняя снова будетъ въ соединеніи съ солнцемъ, но уже въ верхнемъ, потому что будетъ отъ земли дальше, чѣмъ солнце. Когда земля придетъ въ T_4, а планета въ V_4, то планета будетъвидима по направленію T_4V_4, а солнце по направленію T_4S, и намъ будетъ казаться, что планета отступила отъ неподвижной звѣзды E въ ту же сторону, какъ и солнце, т. е. въ этомъ случаѣ движеніе ея будетъ прямое.

Черт. 71.



91. Точно также безъ затрудненія объясняются всѣ обстоятельства видимаго движенія верхнихъ планетъ. Пусть напр. MM_1.... (черт. 72) представляетъ орбиту Марса, TT_1.. орбиту земли, S — солнце. Когда Марсъ находится въ противостояніи съ солнцемъ, напр. въ M, то полагая, что дуга TT_1, проходимая землею, будетъ болѣе дуги MM_1, пройденной въ то же время Марсомъ, легко замѣтить, что если изъ

Черт. 72.



T планета была видна вблизи какой нибудь неподвижной звѣзды E, то изъ T_1 наблюдатель увидитъ ее по направленію T_1M_1, уклоняющемуся къ W отъ линіи T_1E, параллельной съ TE, и слѣд. ему должно казаться, что планета въ это время имѣетъ *возвратное движеніе*.

Напротивъ, если планета находится въ соединеніи съ солнцемъ, напр. въ M_2, то, при передвиженіи земли изъ T_2 въ T_3, а планеты изъ M_2 въ M_3, линія T_3M_3 отклонится отъ линіи T_3N, параллельной съ T_2M_2, по которой наблюдатель видѣлъ планету изъ M_2, въ одну сторону съ линіей T_3S, и слѣд. планета въ это время должна имѣть *прямое движеніе*. Планета будетъ казаться остановившеюся, когда линіи, по которымъ видна будетъ она изъ двухъ мѣстъ, занимаемыхъ послѣдовательно землею на своей орбитѣ, будутъ почти параллельны.

92. **Фазы планетъ.** Справедливость мнѣнія Коперника, что планеты обращаются около солнца, была подтверждена ревностнымъ распространителемъ его ученія, Галилеемъ, открывшимъ, что обѣ нижнія планеты имѣютъ фазы подобно лунѣ [*]. Въ самомъ дѣлѣ фазы планетъ не только служатъ доказательствомъ того, что планеты, подобно землѣ, суть тѣла темныя, освѣщаемыя солнцемъ; но кромѣ того порядокъ, въ которомъ онѣ происходятъ, можетъ быть объясненъ только тѣмъ предположеніемъ, что планеты обращаются около солнца. Дѣйствительно, если v, v_1, v_2.... (черт. 73) представляетъ орбиту Венеры, S — солнце, T — землю, то, во время нижняго соединенія, планета v обращена къ землѣ неосвѣщенною половиною, и потому должна быть невидима; въ положеніяхъ, промежуточныхъ между v и v_1, она обращена только частью своей освѣщенной поверхности и потому должна представляться въ видѣ серпа, который будетъ увеличиваться и

Черт. 73.

T — S — v_3 — v_2

---

[*] Галилей, опасаясь, чтобы кто нибудь не похитилъ у него первенства открытія фазъ Венеры, обнародовалъ его въ слѣ-

достигнетъ первой четверти, когда планета будетъ находиться въ r_1, гдѣ лучъ зрѣнія касается къ ея орбитѣ. Наконецъ, когда планета придетъ въ r_3, т. е. будетъ находиться въ верхнемъ соединеніи, то она будетъ обращена къ землѣ всею освѣщенною стороною, и потому должна быть видима въ видѣ полнаго круга. При дальнѣйшемъ движеніи по орбитѣ, планета должна представлять прежнія фазы, только въ обратномъ порядкѣ. Сверхъ того, такъ какъ разстояніе планеты отъ земли измѣняется, то вмѣстѣ съ

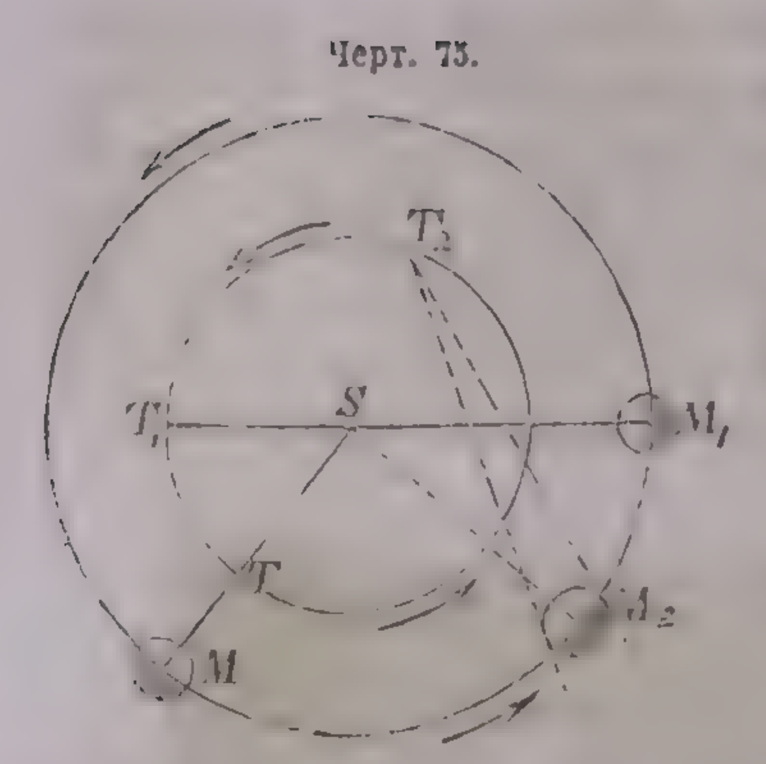
Черт. 74.



измѣненіемъ фазъ долженъ измѣняться и видимый діаметръ ея: онъ долженъ быть наибольшій при нижнемъ соединеніи и наименьшій при верхнемъ. Наблюденіе дѣйствительно подтверждаетъ и вышеизложенный порядокъ фазъ и соотвѣтствующія этимъ фазамъ измѣненія діаметра планеты. Приложенный чертежъ 74 даетъ понятіе о фазахъ Венеры и о тѣхъ предѣлахъ, въ которыхъ измѣняется видимый діаметръ ея. Верхнія планеты, двигаясь по орбитамъ, заключающимъ въ себѣ орбиту земли, никогда не бываютъ поэтому обращены къ землѣ неосвѣщенною стороною и потому не могутъ представлять тѣхъ фазъ, какія замѣчаются въ нижнихъ планетахъ. Въ самомъ дѣлѣ, пусть MM_1M_2.... (черт. 75) представляетъ орбиту Марса, S — солнце, T — землю. Въ противостояніи M и въ соединеніи M_1 Марсъ будетъ обращенъ къ землѣ всею освѣщенною своею стороною, и потому долженъ казаться полнымъ кругомъ; вовсѣхъ промежуточныхъ положеніяхъ, напр. M_2, онъ будетъ обращенъ большею частью своей освѣщенной поверхности, и потому никогда не будетъ казаться даже полукругомъ, а представится въ такомъ

дующей анаграммѣ: *Haec immatura a me jam frustra leguntur, o, y;* т. е. эти предметы давно и безъ успѣха изслѣдованы мною. Но переставивъ буквы, составляющія слова этой фразы и принявъ двѣ послѣднихъ *o* и *y*, получимъ: *Cynthiae figuras emulatur mater amorum,* т. е. Венера соперничаетъ фигурою съ Цинтіею (луною).

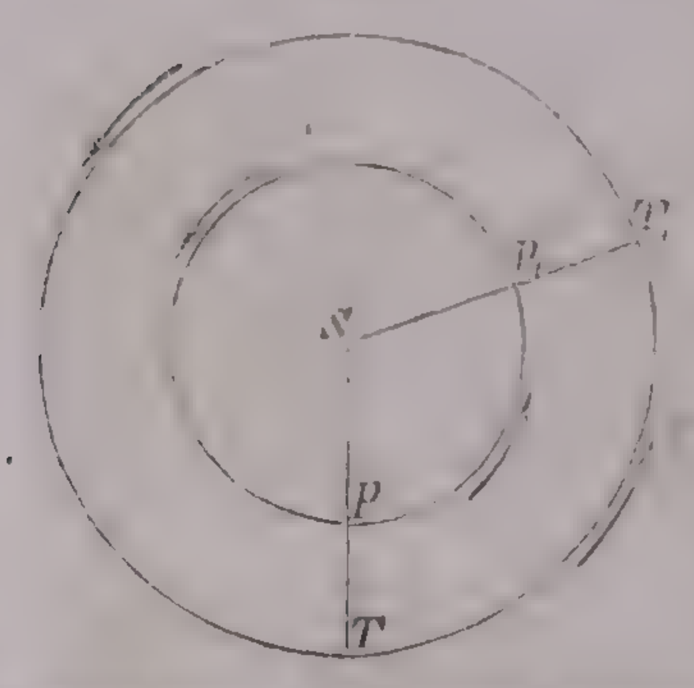
Черт. 75.



видѣ, въ какомъ мы видимъ луну незадолго до полнолунія или немного послѣ него. Фазы прочихъ верхнихъ планетъ совершенно незамѣтны, такъ какъ ихъ разстоянія отъ солнца гораздо больше разстоянія земли и потому мы видимъ ихъ всегда почти такъ, какъ видѣлъ бы ихъ наблюдатель съ самой поверхности солнца, т. е. полнымъ кругомъ.

93. Времена обращеній планетъ около солнца. Въ слѣдствіе движенія земли около солнца, синодическій оборотъ планеты, очевидно, не выражаетъ того времени, въ теченіе котораго она дѣлаетъ полный оборотъ около солнца. Въ самомъ дѣлѣ, если планета P (черт. 76), была въ нижнемъ соединеніи, когда земля находилась въ T, то сдѣлавши полный оборотъ, она не будетъ находиться въ соединеніи, такъ какъ земля не остается въ положеніи T; а новое соединеніе произойдетъ тогда, когда планета пройдетъ еще нѣкоторую дугу PP_1 и будетъ находиться на одной прямой съ землей и солнцемъ. Такимъ образомъ синодическій оборотъ планеты будетъ болѣе истиннаго или *сидерическаго оборота* ея около солнца. Не трудно однако, зная синодическій оборотъ планеты и время обращенія земли около солнца, найти сидерическій оборотъ планеты. Назовемъ его черезъ x, черезъ a — ея синодическій оборотъ, T — время обращенія земли около солнца. Тогда угловая скорость земли на орбитѣ $= \frac{360^0}{T}$, а угловая скорость планеты $= \frac{360^0}{x}$; путь, пройденный планетою въ a дней, будетъ $\frac{360^0}{x}\, a$, и какъ планета успѣетъ въ это время пройти 360^0 и еще дугу, равную дугѣ, пройденной землею, то $\frac{360^0}{x} \cdot a = 360^0 + \frac{360^0}{T} \cdot a$,

Черт. 76.

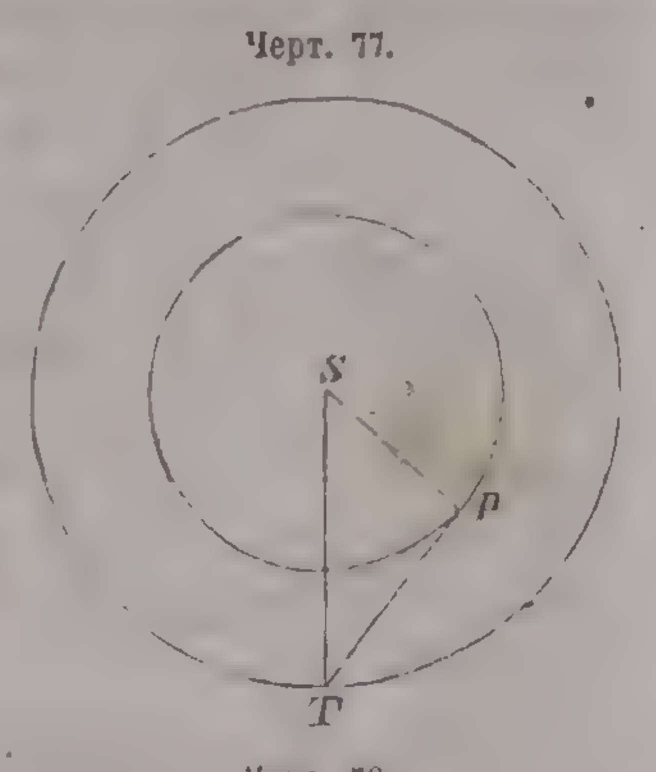


или $\frac{a}{x} = 1 + \frac{a}{T}$, откуда $x = \frac{aT}{a+T}$. Такъ напр., зная что синодическій оборотъ Меркурія равенъ 115. 875 дн., время обращенія земли около солнца = 365,25 дн., найдемъ сидерическій оборотъ Меркурія $x = \frac{115,875.\ 365,25}{115,875 + 365,25}$ дн. = 87, 97 дн. При опредѣленіи сидерическаго оборота верхнихъ планетъ надо изъ пути, пройденнаго землею, вычесть 360°, чтобы получить путь, пройденный планетою, такъ какъ земля движется скорѣе планеты.

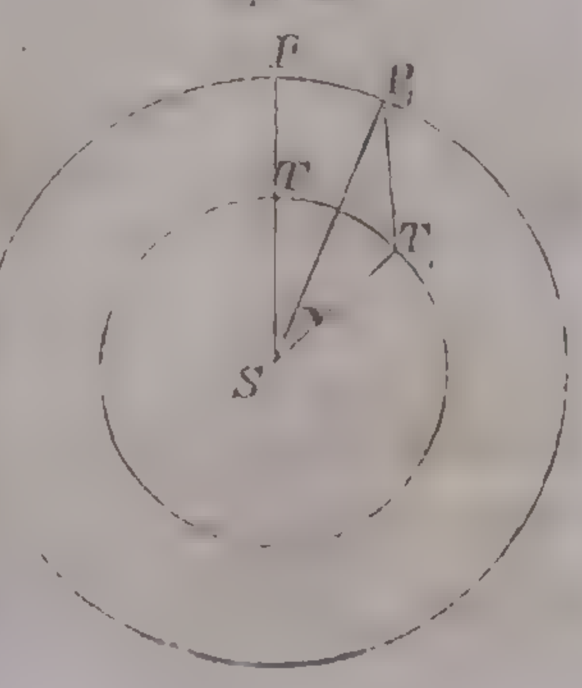
Такимъ образомъ найдены слѣдующіе сидерическіе обороты планетъ: Меркурія — 88 дн.; Венеры — 225 дн.; Марса 1,88 года, Юпитера — 11,86 г., Сатурна — 29,46 г., Урана — 84 года, Нептуна — 165 лѣтъ.

94. **Разстоянія планетъ отъ солнца.** Разстояніе нижнихъ планетъ отъ солнца опредѣляется весьма легко, если извѣстно угловое разстояніе планеты при наибольшемъ удаленіи отъ солнца. Въ самомъ дѣлѣ, въ это время линія TP (черт. 77) по которой видна планета P, есть касательная къ ея орбитѣ; а слѣд. изъ прямоугольнаго тр-ка TSP имѣемъ: SP = ST. Sin STP. Изъ двухъ нижнихъ планетъ для Меркурія уголъ STP=22°30′, а для Венеры 45°52′; слѣд. принимая разстояніе земли отъ солнца за 1, найдемъ, что разстояніе Меркурія отъ солнца = 0,4, а Венеры = 0,7.

Черт. 77.



Черт. 78.



Для опредѣленія разстоянія верхнихъ планетъ положимъ, что планета была наблюдаема два раза, одинъ разъ во время противостоянія въ P (черт. 78), а другой разъ черезъ небольшой промежутокъ времени послѣ него въ P_1; тогда въ тр-кѣ ST_1P_1 будетъ извѣстна сторона ST_1, т. е. радіусъ земной орбиты, принимаемый за 1, и два угла ST_1P_1 (угловое разстояніе планеты отъ солнца) и T_1SP_1, равный разности угловъ TST_1 и FSP_1,

найти которые нетрудно, зная времена обращеній земли и планеты около солнца и промежутокъ между временами обоихъ наблюденій. Рѣшая этотъ тр-къ, имѣемъ: $\frac{SP_1}{ST_1}=\frac{\text{Sin } ST_1P_1}{\text{Sin } SP_1T_1}$, откуда $SP_1=\frac{1.\ \text{Sin } ST_1P_1}{\text{Sin } SP_1T_1}$, гдѣ уголъ SP_1T_1 будетъ извѣстенъ, такъ какъ извѣстны остальные два угла тр-ка ST_1P_1.

Такимъ образомъ найдено, что разстояніе Марса равно 1,5; Юпитера—5,2; Сатурна — 9,5; Урана — 19,2; Нептуна — 30,2, принимая за единицу разстояніе земли отъ солнца.

95. Законъ Боде. Между разстояніями планетъ отъ солнца существуетъ простая зависимость, которая извѣстна подъ именемъ *закона Боде*, по имени берлинскаго астронома Боде, открывшаго этотъ законъ въ 1778 году. Напишемъ геометрическую прогрессію, начинающуюся съ 3, знаменатель которой 2, и передъ первымъ членомъ поставимъ 0, т. е. 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96; придадимъ теперь по 4 къ каждому числу, получимъ 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100; раздѣливъ наконецъ каждое число на 10, найдемъ: 0, 4; 0, 7; 1; 1, 6; 2, 8; 5, 2; 100. Полученныя числа, за исключеніемъ 2,8, весьма мало разнятся отъ рязстояній планетъ, извѣстныхъ древнимъ, если принять за единицу разстояніе земли отъ солнца. Законъ этотъ не основанъ на теоретическихъ соображеніяхъ, а выведенъ чисто эмпирически, поэтому пользоваться имъ можно только какъ средствомъ запомнить весьма удобно приближенныя величины растояній планетъ отъ солнца.

96. Размѣры планетъ. Зная разстояніе планеты отъ солнца, можно во всякое время опредѣлить и разстояніе ея отъ земли; а измѣривъ ея видимый радіусъ, можно вычислить и истинный радіусъ ея. Пусть напр. ρ будетъ видимый рад. планеты при разстояніи d; если бы планета находилась отъ земли на разстояніи a=среднему разстоянію земли отъ солнца, то ея видимый радіусъ былъ бы $\frac{\rho d}{a}$, такъ какъ видимые радіусы обратно пропорціональны разстояніямъ. Такимъ образомъ, еслибъ планета находилась отъ солнца на такомъ же разстояніи, какъ земля, то радіусъ ея для наблюдателя на солнцѣ былъ бы виденъ подъ угломъ $\frac{\rho d}{a}$, а радіусъ земли съ солнца представ-

ляется, какъ мы знаемъ, подъ угломъ 8'',6; поэтому истинный радіусъ планеты долженъ быть востолько разъ больше или меньше радіуса земли, во сколько уг. $\frac{2d}{a}$ больше или меньше 8'',6.

97. **Законы Кеплера.** Опредѣляя въ различное время разстоянія Марса отъ солнца, Кеплеръ убѣдился въ невозможности допустить, что эта планета движется около солнца по кругу, даже и въ томъ случаѣ, если предположить, что солнце находится не въ центрѣ этого круга. Орбита, которая по его вычисленіямъ выходила для Марса, представляла слишкомъ замѣтное сжатіе въ нѣкоторыхъ частяхъ, что и заставило его предположить, что эта орбита есть эллипсисъ, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится солнце. Провѣривъ это заключеніе на орбитахъ другихъ планетъ и найдя, что онѣ совершенно удовлетворяютъ этому условію, онъ открылъ три закона, называемые *законами Кеплера*, по которымъ происходитъ движеніе планетъ около солнца. Вотъ эти законы:

1. *Планеты движутся около солнца по эллипсисамъ, въ одномъ изъ фокусовъ которыхъ находится солнце.*

2. *Площади, описываемыя радіусомъ векторомъ планеты, пропорціональны временамъ.*

3. *Квадраты времень обращеній планетъ около солнца относятся между собою, какъ кубы ихъ среднихъ разстояній отъ солнца.*

Мы имѣли уже случай упоминать о первыхъ двухъ законахъ, говоря о видимомъ движеніи солнца около земли, которое есть не что иное, какъ истинное движеніе земли. Это послѣднее, удовлетворяя первымъ двумъ законамъ Кеплера, служитъ однимъ изъ доказательствъ мнѣнія Коперника, что земля есть планета. Еще болѣе силы получаетъ это мнѣніе, если сравнить время обращенія земли около солнца съ временами обращеній другихъ планетъ; какую бы планету ни выбрали для этого, третій Кеплеровъ законъ остается вѣренъ и для земли. Такимъ образомъ становится несомнѣннымъ, что земля дѣйствительно есть планета, движущаяся вмѣстѣ съ другими около солнца.

Задача. Повѣрить третій законъ Кеплера на планетахъ Марсѣ и Венерѣ; сидерическіе обороты ихъ 683 дня 23 часа и 224 дня 20 час., а разстоянія отъ солнца 1,537 и 0,7233.

98. Элементы эллиптическаго движенія. Если бы орбиты планетъ были круги и плоскости ихъ совпадали съ плоскостью эклиптики, то достаточно было бы знать мѣсто планеты въ какое нибудь время, радіусъ ея орбиты и время обращенія около солнца (которое впрочемъ можно вывести изъ 3-го Кеплерова закона), чтобы опредѣлить ея мѣсто во всякое другое время. Но орбиты планетъ суть эллипсисы, плоскости которыхъ не совпадаютъ съ плоскостью эклиптики; поэтому, чтобы можно было вычислить мѣсто планеты, нужно знать *положеніе плоскости орбиты относительно эклиптики, положеніе самой орбиты въ этой плоскости, величину орбиты* и *мѣсто, занимаемое планетой на орбитѣ въ извѣстное время.* Положеніе плоскости планетной орбиты опредѣляется ея *наклоненіемъ* къ эклиптикѣ и *долготою восходящаго узла*, т. е. той точки пересѣченія орбиты съ эклиптикою, черезъ которую планета переходитъ съ S на N отъ эклиптики. Положеніе эллипсиса, описываемаго планетою, опредѣлится, если извѣстна *долгота перигелія*, т. е. точки, въ которой находится планета при наименьшемъ разстояніи отъ солнца. Размѣры эллипсиса, описываемаго планетою, опредѣляются *величиною его большой полуоси* и *эксцентрицитетомъ*. И наконецъ положеніе планеты на орбитѣ во всякое время будетъ извѣстно, если дано будетъ положеніе планеты на орбитѣ въ нѣкоторое извѣстное время, называемое *эпохою*. Кромѣ этихъ шести величинъ, которыя необходимо знать, чтобы опредѣлить положеніе планеты, и которыя наз. *элементами эллиптическаго движенія планетъ*, надо знать еще время обращенія планеты около солнца; но оно можетъ быть вычислено по 3-му Кеплерову закону, если извѣстно среднее разстояніе планеты отъ солнца. Замѣтимъ, что долготы, о которыхъ говорится выше, должны быть *геліоцентрическія*, т. е. должны быть отнесены къ центру солнца, а не земли. Зная элементы какой нибудь планеты, можно опредѣлить ея геліоцентрическое положеніе въ какое угодно время; а зная положеніе земли для этого времени, можно вычислить и геоцентрическое мѣсто планеты, т. е. опредѣлить, въ какой точкѣ неба будетъ находиться въ это время планета и на какомъ разстояніи отъ земли.

99. Открытіе новыхъ планетъ. Со времени изобрѣтенія телескоповъ число планетъ значительно увеличилось. Такъ въ

1781 году Вилльямъ Гершель открылъ за Сатурномъ новую планету—*Урана*; разстояніе этой планеты отъ солнца=19,18; это число довольно близко проходитъ къ числу 19,8, которое по закону Боде должна имѣть планета, слѣдующая за Сатурномъ. Это подтвержденіе закона Боде, предложеннаго имъ раньше открытія Урана, навело нѣкоторыхъ астрономовъ на мысль, что за Марсомъ должна существовать планета, разстояніе которой соотвѣтствуетъ числу 2,8, выходящему по закону Боде. Это мнѣніе совершенно оправдалось: 1-го Января 1801 года Піацци въ Палермо открылъ телескопическую планету *Цереру*, разстояніе которой отъ солнца равно 2,77, что весьма близко подходитъ къ числу 2,8, которое даетъ законъ Боде. Вслѣдъ за открытіемъ Цереры, почти въ томъ же разстояніи отъ солнца, до 1807 года открыты были еще три планеты: *Паллада*, *Юнона* и *Веста*, а съ 1836 г. до нынѣшняго времени открыто всего 90 малыхъ планетъ, разстояніе которыхъ заключается между 2 и 3. Всѣ эти планеты называются *астероидами*. Наконецъ въ 1846 году еще далѣе Урана открыта была новая планета *Нептунъ*. Открытіемъ ея наука обязана французскому астроному Леверрье, который помощію вычисленій указалъ мѣсто ея на небѣ, гдѣ она была найдена Берлинскимъ астрономомъ Галле. Разстояніе Нептуна отъ солнца равно 30,04 и уже значительно разнится отъ числа 36,8, которое по закону Боде должна имѣть планета, слѣдующая за Ураномъ.

100 Физическое устройство планетъ. Меркурій. Эта планета, не удаляясь отъ солнца далѣе 28°, видима постоянно на зарѣ и потому съ большимъ трудомъ можетъ быть замѣчена простыми глазами. Въ сильные телескопы Меркурій представляетъ фазы, сходныя съ фазами Венеры и доказывающія его обращеніе около солнца. Видимый угловой діаметръ его измѣняется отъ 5'' до 12''. Истинный діаметръ его составляетъ почти $^2/_5$ діаметра земли; объемъ—$^1/_{17}$ объема земли. Меркурій обращается около солнца въ 88 дней и около оси въ 24 часа: ось вращенія наклонена къ орбитѣ почти также, какъ ось земли къ эклиптикѣ; поэтому на немъ должны быть времена года, подобныя нашимъ, только въ четверо короче. Полагаютъ, что

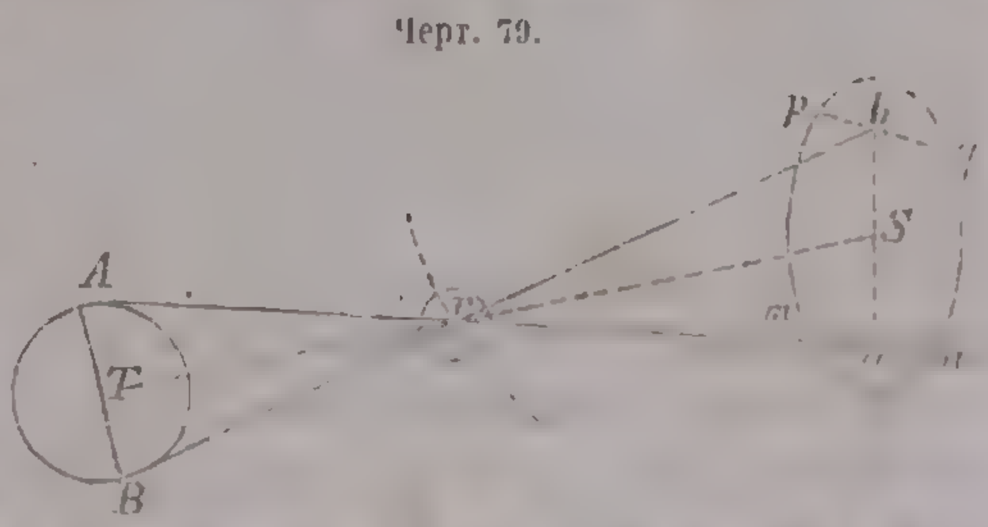
Меркурій окруженъ густою атмосферою, умѣряющею на его поверхности солнечную теплоту, количество которой въ 6 или 7 разъ больше того количества, которое получаетъ поверхность земли. Иногда во время нижняго соединенія Меркурій становится на линіи, соединяющей землю съ солнцемъ, и тогда его можно видѣть на солнечномъ дискѣ въ видѣ небольшаго круглаго темнаго пятна, двигающагося отъ W къ O. Явленіе это называется *прохожденіемъ Меркурія черезъ солнце* и случается весьма рѣдко, въ слѣдствіе того, что орбита Меркурія лежитъ не въ плоскости эклиптики, а наклонена къ ней подъ угломъ въ 7°. Меркурій означается ☿.

101. Венера. По блеску Венера занимаетъ первое мѣсто не только между планетами, но и между неподвижными звѣздами. Когда она бываетъ на восточной сторонѣ солнца, то ее можно видѣть тотчасъ послѣ солнечнаго заката и тогда она наз. *вечернею звѣздою* (Vesper древнихъ); когда же она перейдетъ на западъ отъ солнца, то ее можно видѣть незадолго до солнечнаго восхода и тогда она наз. *утреннею звѣздою* (Lucifer древнихъ). Блескъ Венеры измѣняется съ одной стороны по причинѣ фазъ, представляемыхъ ею; съ другой—по причинѣ значительнаго измѣненія видимаго ея діаметра—отъ 9″ до 1′; иногда она блеститъ такъ ярко, что ее можно видѣть днемъ простыми глазами. Истинный діаметръ и объемъ Венеры немного меньше діаметра и объема земли. Изъ наблюденій пятенъ, замѣченныхъ на поверхности Венеры, найдено, что она обращается около оси почти въ то же время, какъ и земля: около солнца обращается въ 225 дней; ось вращенія наклонена къ орбитѣ подъ угломъ 18°; поэтому распредѣленіе климатовъ на Венерѣ должно быть совсѣмъ иное, чѣмъ на землѣ. Когда Венера имѣетъ видъ серпа, то внутренняя линія его представляетъ постепенный переходъ отъ свѣта къ тѣни, изъ чего заключаютъ, что Венера окружена атмосферою; а такъ какъ эта линія зазубрена подобно внутренней линіи луннаго серпа, то полагаютъ, что на Венерѣ есть горы, высота которыхъ, по измѣренію нѣкоторыхъ астрономовъ, въ 6 разъ больше высоты земныхъ горъ.

Прохожденія Венеры черезъ солнце случаются еще рѣже, чѣмъ прохожденія Меркурія; измѣряя продольный и поперечный діаметры круглаго чернаго пятна, въ видѣ котораго является въ это время Венера на свѣтломъ дискѣ солнца, нельзя замѣтить въ пятнѣ ни малѣйшаго сжатія; но изъ этого не слѣдуетъ еще заключать, что Венера имѣетъ фигуру совершеннаго шара, потому что еслибы ея сжатіе было даже равно сжатію земли, то его нельзя было бы замѣтить при незначительныхъ размѣрахъ угловаго діаметра Венеры, который во время прохожденія ея черезъ солнце не больше 1'. Знакъ Венеры ♀.

102. Опредѣленіе параллакса солнца. Наблюденіе надъ прохожденіемъ Венеры черезъ солнце весьма важно, потому что оно даетъ возможность опредѣлить съ большой точностью горизонтальный параллаксъ солнца, а слѣд. и разстояніе солнца отъ земли. Пусть S (черт. 79 представляетъ солнце, r—Венеру, T—землю, A и B—два мѣста на землѣ, лежащія на концахъ діаметра, перпендикулярнаго къ эклиптикѣ. Для наблюдателя, находящагося въ A, планета будетъ двигаться

Черт. 79.



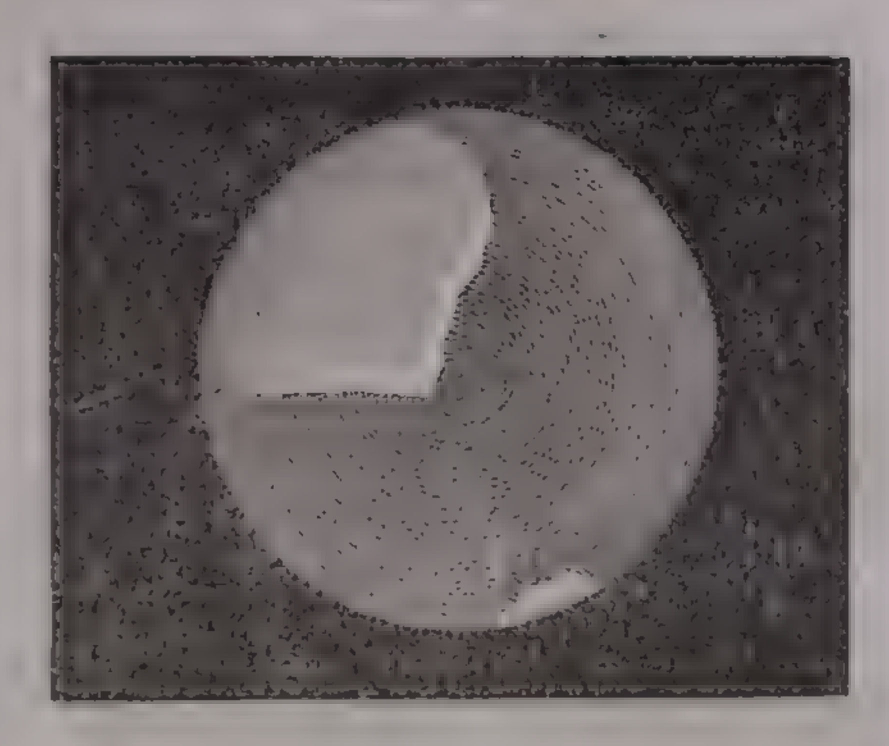
на солнечномъ дискѣ по хордѣ mn; а для наблюдателя въ B по хордѣ pq, параллельной съ mn и лежащей отъ нея въ нѣкоторомъ разстояніи ab. Тр—ки ABr и abr подобны, а потому $\frac{ab}{AB}=\frac{ra}{Ar}$. Но ar почти равно разстоянію Венеры отъ солнца rS, а Ar= разстоянію Венеры отъ земли = Tr; слѣд. $\frac{ab}{AB}=\frac{rS}{Tr}$; если положить разстояніе TS земли отъ солнца равнымъ единицѣ, то разстояніе Венеры отъ солнца rS=0,72, а слѣд. Tr=ST —Sr=1—0,72=0,28, и потому $\frac{ab}{AB}=\frac{0,72}{0,28}=2,5$. Такимъ образомъ линія ab въ два съ половиною раза болѣе AB, т. е. діаметра земли, и слѣд. въ 5 разъ болѣе земнаго радіуса; а потому уголъ, подъ которомъ съ земли видна линія ab, въ 5 разъ больше угла, подъ которымъ съ солнца виденъ радіусъ земли, или въ 5 разъ больше параллакса солнца.

Итакъ если будетъ опредѣлено угловое разстояніе между хордами *mn* и *pq*, т. е. уголъ, подъ которымъ съ земли видна линія *ab*, то стоитъ только этотъ уголъ раздѣлить на 3 и получимъ параллаксъ солнца. А для этого достаточно наблюдателю въ А измѣрить угловое разстояніе хорды *mn* отъ центра солнца S, а наблюдателю въ В угловое разстояніе хорды *pq* отъ центра S; тогда сумма этихъ угловыхъ разстояній, если хорды лежатъ по обѣ стороны центра, или разность, если хорды лежатъ по одну сторону его, и будетъ угловымъ разстояніемъ, подъ которымъ видна линія *ab*. Не входя въ подробности о томъ, какъ измѣряются угловыя разстоянія хордъ, замѣтимъ только, что для этого надо точно измѣрить время, въ теченіе котораго планета описываетъ хорду на солнечномъ дискѣ. Прохожденія Венеры повторяются такимъ образомъ, что послѣ одного прохожденія другое происходитъ черезъ 8 лѣтъ, слѣдующее слишкомъ черезъ 100, потомъ опять черезъ 8 и т. д. Два прохожденія Венеры, случившіяся въ прошедшемъ столѣтіи, были въ 1761 и 1769 годахъ; въ нынѣшнемъ же столѣтіи онѣ произойдутъ въ 1874 и 1882 годахъ. Изъ многихъ наблюденій, произведенныхъ въ прошедшемъ столѣтіи, найдено, что параллаксъ солнца равенъ 8'',57 и слѣд. среднее разстояніе солнца отъ земли равно 24000 земныхъ радіусовъ. Это то разстояніе и принимается за единицу при опредѣленіи разстояній другихъ планетъ отъ солнца.

103. **Марсъ.** Видимый угловой діаметръ Марса измѣняется отъ 4'' до 27'': истинный діаметръ его равенъ почти $^1/_2$, а объемъ $^1/_7$ діаметра и объема земли. Полный оборотъ около солнца Марсъ совершаетъ почти въ 2 года. Разсматриваемый простыми глазами, онъ представляется звѣздою 1-й величины съ красноватымъ блескомъ; въ сильные телескопы кажется кругомъ (черт. 80), на которомъ замѣтны различныя пятна: неизмѣняемость нѣкоторыхъ изъ нихъ заставляетъ предположить, что онѣ принадлежатъ поверхности самой планеты; по движенію этихъ пятенъ найдено, что Марсъ обращается около оси подобно землѣ почти въ 24 часа. Вращеніе Марса около оси подтверждается еще и тѣмъ, что дискъ его имѣетъ сжатіе, которое по измѣреніямъ Араго равно $^1/_{39}$. Ось вращенія Марса наклонена къ орбитѣ подъ уг. 60°, поэтому поверхность его раздѣляется на пять поясовъ, также какъ и поверхность земли, что подтверждается также наблюденіями надъ блестящи-

ми пятнами, лежащими близъ полюсовъ Марса; каждое изъ нихъ имѣетъ наибольшій блескъ въ то время, когда для соотвѣтствующаго ему полушарія кончаются зимніе мѣсяцы, т. е. когда оно послѣ долгаго промежутка времени впервые начинаетъ освѣщаться солнечными лу-

Черт. 80.



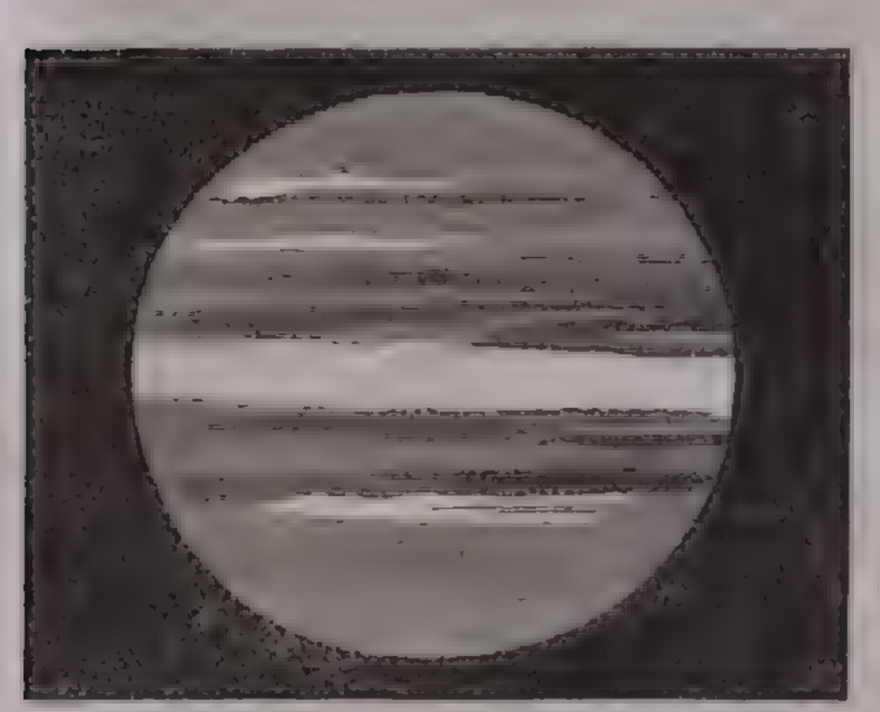
чами; пятно занимаетъ тогда значительное пространство и постепенно уменьшается съ краевъ въ теченіе лѣтнихъ мѣсяцевъ. Все это заставляетъ думать, что эти пятна суть огромныя скопленія массъ льда, образующихся около полюсовъ Марса зимою, подобно тому, какъ это происходитъ на землѣ. Кромѣ этихъ постоянныхъ пятенъ на поверхности Марса были наблюдаемы и другія случайныя пятна, которыя по мнѣнію нѣкоторыхъ астрономовъ можно считать облаками, а слѣд. надо допустить, что Марсъ окруженъ атмосферою. Знакъ Марса ♂.

104. Астероиды. О физическомъ устройствѣ астероидовъ неизвѣстно почти ничего, потому что они очень малы и даже въ лучшіе телескопы представляются свѣтлыми точками, подобно неподвижнымъ звѣздамъ. По мнѣнію астронома Ольберса астероиды суть осколки одной большой планеты, существовавшей нѣкогда между Марсомъ и Юпитеромъ и разорванной какимъ нибудь внутреннимъ переворотомъ. Всѣ они меньше луны и нѣкоторые изъ нихъ движутся въ плоскостяхъ, наклоненныхъ къ эклиптикѣ подъ большими углами, такъ что астероиды могутъ появляться не только близъ эклиптики, но и въ другихъ частяхъ неба.

105. Юпитеръ. Для невооруженнаго глаза эта планета имѣетъ видъ яркой звѣзды первой величины, блескъ которой однако слабѣе блеска Венеры; въ телескопы, даже слабые, она представляется кругомъ, діаметръ котораго измѣняется отъ 30″ до

46″. По величинѣ Юпитеръ занимаетъ первое мѣсто между планетами; истинный діаметръ его въ 11 разъ, а объемъ въ 1400 разъ болѣе діаметра и объема земли; около солнца обращается въ 12 лѣтъ, а около оси въ 10 часовъ; ось почти перпендикулярна къ плоскости орбиты; поэтому на немъ постоянно день равенъ ночи, времена года и температура почти не измѣняются. Солнце съ Юпитера представляется маленькимъ кругомъ въ 6′, а земля и Венера въ видѣ маленькихъ звѣздочекъ. Сжатіе Юпитера $=\frac{1}{17}$. Въ сильные телескопы (черт. 81) на поверхности Юпитера можно замѣтить пятна, имѣющія видъ сѣроватыхъ полосъ, параллельныхъ экватору планеты. Изъ этихъ полосъ обыкновенно видимы бываютъ двѣ, находящіяся около середины диска; обѣ онѣ темнѣе и постояннѣе другихъ. Что такое эти пятна — довольно трудно опредѣлить; по мнѣнію Гершеля, Юпитеръ окруженъ атмосферою, въ которой обращаются слои облаковъ; они то, отражая солнечный свѣтъ, образуютъ бѣлыя полосы; темныя же полосы суть не что иное, какъ поверхность планеты, видимая черезъ разрывы облаковъ. Постоянство двухъ темныхъ полосъ близь экватора планеты объясняется тѣмъ, что вслѣдствіе громадныхъ размѣровъ и быстроты вращательнаго движенія Юпитера, въ атмосферѣ его должны происходить сильные правильные вѣтры и главнымъ образомъ два большихъ теченія, направленныя отъ полюсовъ планеты къ экватору ея; эти то теченія, поддерживая постоянно ясность атмосферы, позволяютъ видѣть поверхность планеты въ видѣ темныхъ полосъ по ту и другую сторону бѣлаго облачнаго пятна, лежащаго на экваторѣ. Знакъ Юпитера ♃.

Черт. 81.



Даже въ слабые телескопы можно замѣтить, что Юпитеръ сопровождается постоянно блестящими звѣздочками, которыя

измѣняютъ свое положеніе относительно планеты, причемъ бываютъ видны то на восточной, то на западной сторонѣ ея. Эти звѣздочки суть не что иное, какъ небольшія тѣла, движущіяся около Юпитера подобно тому, какъ луна движется около земли: ихъ называютъ *спутниками*. Такихъ спутниковъ Юпитеръ имѣетъ 4; открыты они одновременно Галилеемъ и Симономъ Маріемъ.

Такъ какъ спутники Юпитера движутся въ плоскостяхъ, мало наклоненныхъ къ орбитѣ планеты, то они весьма часто погружаются въ обширный конусъ тѣни, отбрасываемой Юпитеромъ, и будучи подобно лунѣ тѣлами темными, затмѣваются поэтому на нѣкоторое время. Три спутника, ближайшихъ къ Юпитеру, погружаются въ конусъ тѣни при каждомъ своемъ оборотѣ; четвертый же иногда проходитъ мимо конуса тѣни. Такъ какъ затмѣнія спутниковъ Юпитера случаются одновременно для всѣхъ мѣстъ земли, то эти явленія представляютъ превосходное средство для опредѣленія долготъ. Изучая движеніе спутниковъ, астрономы пришли къ тому заключенію, что оно совершается по законамъ Кеплера, т. е. 1) что спутники описываютъ около планеты эллипсисы, въ одномъ изъ фокусовъ которыхъ находится планета; 2) радіусъ векторъ, соединяющій центръ планеты съ центромъ спутника, описываетъ въ равныя времена равныя площади, и наконецъ 3) квадраты временъ обращеній спутниковъ относятся между собою, какъ кубы среднихъ ихъ разстояній отъ планеты. Направленіе движенія спутниковъ Юпитера одинаково съ направленіемъ движенія самой планеты, т. е. съ W на O. Мы видѣли, что луна движется около оси въ тотъ же протежутокъ времени, въ какой дѣлаетъ полный оборотъ около земли, вслѣдствіе чего обращена къ землѣ постоянно одной своею стороною. Этотъ законъ остается повидимому справедливъ для всѣхъ спутниковъ; по крайней мѣрѣ Гершель, наблюдая пятна и измѣненія блеска спутниковъ Юпитера, пришелъ къ заключенію, что и они обращаются около своихъ осей во время, равное времени полнаго ихъ оборота около планеты, слѣд. обращены къ ней постоянно одною стороною.

106. Скорость свѣта. Наблюденія надъ затмѣніями спутни-

ковъ Юпитера привели датскаго астронома Олая Ремера къ мысли, что свѣтъ распространяется не мгновенно, и дали возможность опредѣлить скорость его распространенія. Въ самомъ дѣлѣ, зная время начала одного какого нибудь затмѣнія спутника Юпитера, можно заранѣе вычислить моменты, въ которые должны случиться всѣ слѣдующія затмѣнія, если только извѣстно время обращенія спутника около планеты. Именно, такъ какъ затмѣнія случаются при каждомъ оборотѣ, то начало втораго затмѣнія должно случиться черезъ одинъ синодическій оборотъ, начало третьяго черезъ два и т. д. И если свѣтъ распространяется мгновенно, то видя начало и конецъ каждаго затмѣнія въ тѣ самые моменты, когда которое нибудь изъ этихъ явленій случается въ дѣйствительности, мы не замѣтимъ никакой разницы между вычисленнымъ и наблюдаемымъ временемъ какого нибудь слѣдующаго затмѣнія. Напротивъ, если свѣтъ употребляетъ нѣкоторое время для своего распространенія, то между вычисленнымъ и наблюдаемымъ временемъ какого нибудь затмѣнія произойдетъ разница, которая будетъ тѣмъ больше, чѣмъ дальше находится въ это время земля отъ Юпитера. Для уясненія сказаннаго положимъ, что S (черт. 82) представляетъ солнце, TT_1— орбиту земли, II_1—орбиту Юпитера, а кругъ *mn* путь спутника и положимъ, что замѣтивъ время затмѣнія спутника, когда земля была въ T, а Юпитеръ въ I въ противостояніи съ солнцемъ, мы вычислили время затмѣнія, которое должно случиться во время соединенія Юпитера съ солнцемъ, т. е. когда земля будетъ находиться на своей орбитѣ въ T_1, а Юпитеръ въ I_1, черезъ промежутокъ

Черт. 82



времени, который легко вычислить, зная скорости движенія земли и Юпитера около солнца. Наблюдая затмѣніе, мы замѣтимъ, что оно случится позже вычисленнаго на 16′ 32″. Наоборотъ, если замѣтимъ время затмѣнія, когда Юпитеръ находится въ соединеніи съ солнцемъ въ I_1 и вычислимъ время затмѣнія для слѣдующаго его противостоянія съ солнцемъ, которое случится, когда земля будетъ напр. въ T_2, а Юпитеръ въ I_2, то наблюдая затмѣніе, увидимъ, что оно случится на 16′ 32″ ранѣе вычисленнаго. Для положеній земли, промежуточныхъ между T и T_1, T_1 и T_2, вычисленныя времена будутъ расходиться съ наблюдаемыми меньше, чѣмъ на 16′ 32″, и наконецъ разницы не будетъ совершенно, если мы, замѣтивъ время затмѣнія для одного соединенія, напр. когда земля находилась въ T, вычислимъ время затмѣнія для слѣдующаго соединенія, которое случится, когда земля послѣ полнаго оборота придетъ въ T_2. Ремеръ объяснилъ всѣ эти разногласія тѣмъ, что въ то время, когда земля находится въ T_1, свѣтъ долженъ пройти разстояніе TT_1, которое будетъ больше прежняго разстоянія на линію T_1a, равную двойному разстоянію солнца отъ земли, и чтобы пробѣжать эту линію онъ и употребляетъ лишнія 16′ 32″. Такъ какъ діаметръ земной орбиты, равный 40000000 географическихъ миль, свѣтъ проходитъ въ 16′ 32″ = 992″, или почти въ 1000″, то въ каждую секунду онъ проходитъ 40000 географ. миль или 280000 верстъ. Открытіе Ремера, какъ извѣстно изъ физики, вполнѣ подтверждается опытами надъ скоростью свѣта на землѣ, произведенными французскимъ ученымъ Физо.

107. **Сатурнъ.** По величинѣ Сатурнъ занимаетъ второе мѣсто между планетами; его діаметръ въ 8 разъ, а объемъ въ 735 разъ болѣе діаметра и объема земли; обращается около солнца въ 30 лѣтъ, а около оси въ 10 часовъ. По виду отличается отъ другихъ планетъ своимъ свинцовымъ свѣтомъ и по причинѣ весьма медленнаго движенія кажется почти неподвижною звѣздою. На дискѣ его замѣчаются полосы, подобныя находящимся на Юпитерѣ. Сжатіе Сатурна $=\frac{1}{10}$; знакъ его — ♄.

Сатурнъ представляетъ замѣчательную и единственную осо-

бенность въ солнечной системѣ: онъ окруженъ почти плоскимъ, широкимъ кольцомъ, находящимся отъ него на нѣкоторомъ разстояніи; плоскость кольца совпадаетъ съ плоскостью экватора планеты. Такъ какъ продолженіе плоскости кольца не всегда встрѣчаетъ землю, то оно кажется эллипсисомъ (черт. 83); пе-

Черт. 83.



редняя часть его пролагается на дискѣ планеты, задняя скрыта за нимъ, а видны только боковыя части его съ обѣихъ сторонъ диска *). При движеніи Сатурна около солнца плоскость кольца оставаясь постоянно параллельной самой себѣ, составляетъ различные углы съ линіею, по которой мы видимъ центръ планеты, и потому въ видѣ кольца происходятъ различныя измѣненія. Такъ когда продолженіе плоскости кольца проходитъ черезъ центръ солнца, тогда кольцо представляется въ видѣ прямой тонкой линіи, идущей черезъ центръ диска планеты и выходящей на нѣкоторое разстояніе дальше его краевъ. Это явленіе повторяется черезъ каждыя 15 лѣтъ.

Наблюдая кольцо въ сильные телескопы, можно замѣтить, что оно не сплошное, а состоитъ изъ трехъ концентрическихъ колецъ. Въ новѣйшее время замѣчено даже еще четвертое

---

*) Галилей, увидавши Сатурна въ первый разъ въ слабый телескопъ, принялъ эти боковыя части за особыя прибавки диска (*altissimum planetam tergeminum observavi*), и только Гюйгенсу 40 лѣтъ спустя удалось объяснить этотъ странный видъ Сатурна существованіемъ кольца.

кольцо, внутреннее, менѣе свѣтлое чѣмъ прочія. Относительно размѣровъ первыхъ трехъ колецъ извѣстно, что если принять радіусъ Сатурна за 1, то радіусъ внутренняго края перваго кольца будетъ 1,66, а внѣшняго—2, 37. Толщина кольца не опредѣлена точно; извѣстно только, что сравнительно съ шириною она весьма незначительна. Наблюденія Гершеля привели его къ заключенію, что кольцо обращается съ W на O около своего центра въ $10\frac{1}{2}$ часовъ. Для наблюдателя, находящагося на Сатурнѣ, кольцо будетъ видно не изъ всѣхъ странъ Сатурна. Подъ экваторомъ его кольцо проходитъ черезъ зенитъ съ O на W, но здѣсь виденъ только внутренній узкій край его. По мѣрѣ удаленія отъ экватора къ полюсамъ кольцо будетъ наклоняться болѣе и болѣе къ горизонту и наконецъ скрывается подъ нимъ, такъ что мѣста, лежащія около полюсовъ Сатурна, никогда не видятъ кольца. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ кольцо видно, оно освѣщаетъ черезъ отраженіе солнечныхъ лучей то полушаріе планеты, которое обращено къ солнцу и наоборотъ закрываетъ солнце для противоположнаго полушарія; оно увеличиваетъ поэтому теплоту лѣтомъ и холодъ зимою. Кромѣ кольца Сатурнъ имѣетъ еще 8 спутниковъ, обращающихся около него съ W на O.

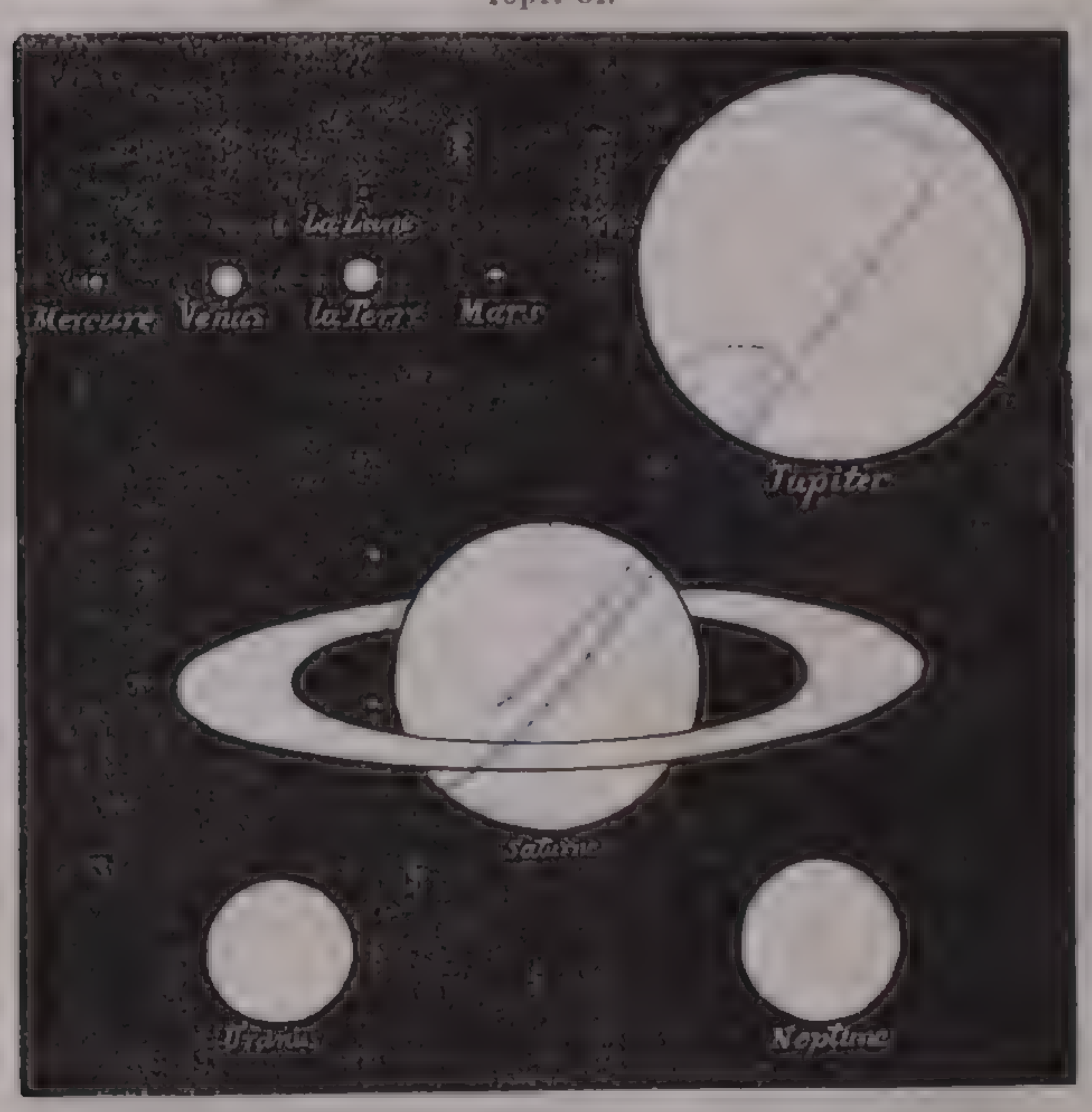
108. **Уранъ.** Эта планета простыми глазами видна какъ звѣзда 5-ой величины; въ телескопы представляется маленькимъ кружкомъ. Истинный діаметръ ея въ $4\frac{1}{2}$, а объемъ въ 82 раза болѣе діаметра и объема земли. Полный оборотъ около солнца Уранъ совершаетъ въ 84 года. О времени обращенія его на оси и его сжатіи неизвѣстно ничего достовѣрнаго. Знакъ Урана—♂.

Уранъ имѣетъ нѣсколько спутниковъ, число которыхъ точно неизвѣстно; положительно доказано существованіе двухъ. Замѣчательная особенность спутниковъ Урана состоитъ въ томъ, что пути ихъ составляютъ слишкомъ большіе углы съ плоскостью орбиты планеты и что они движутся по направленію, противоположному движенію всѣхъ планетъ и ихъ спутниковъ, т. е. съ O на W.

109. **Нептунъ.** Нептунъ простыми глазами не виденъ; въ слабые телескопы представляется звѣздою 8-й величины, въ

болѣе сильные небольшимъ кружкомъ. Истинный діаметръ его почти въ 5, а объемъ въ 111 разъ болѣе діаметра и объема земли; обращается около солнца въ 165 лѣтъ.


Черт. 84.



Около Нептуна замѣченъ только одинъ спутникъ, обращающійся около него отъ W къ O. Знакъ Нептуна — ♆.

110. Заключимъ это описаніе планетъ указаніемъ общаго характера тѣлъ солнечной системы.

1) Всѣ планеты движутся около солнца по законамъ Кеплера въ плоскостяхъ, мало наклоненныхъ другъ къ другу.

2) Движеніе всѣхъ ихъ происходитъ отъ W къ O.

3) Спутники всѣхъ планетъ, за исключеніемъ спутниковъ Урана, движутся около планетъ въ плоскостяхъ, мало наклоненныхъ къ плоскости планетнаго пути, и съ W на O.

4) Солнце вращается около оси также отъ W къ O.

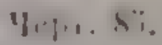
5) Наконецъ всѣ планеты, въ которыхъ только несомнѣнно доказано вращеніе около оси, совершаютъ это вращеніе съ W на O.

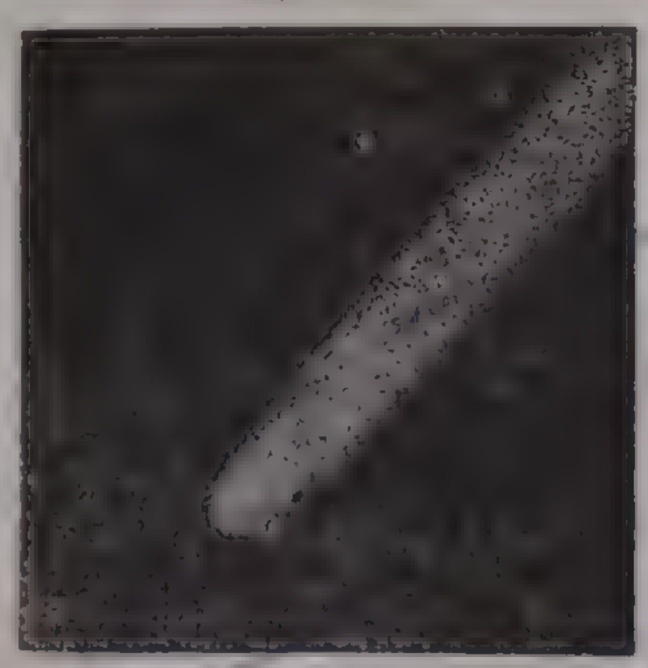
Чтобы дать наглядное понятіе объ относительныхъ величинахъ солнца и планетъ, мы прилагаемъ чертежъ (84), на которомъ планеты изображены въ видѣ круговъ, радіусы которыхъ пропорціональны ихъ истиннымъ радіусамъ. По принятому масштабу солнце должно быть изображено кругомъ, имѣющимъ радіусъ въ $3^1/_2$ вершка.

X.

КОМЕТЫ.

111. Наружный видъ кометъ. По временамъ на небесномъ сводѣ появляются свѣтила, которыя, обращаясь около солнца подобно планетамъ, отличаются отъ нихъ какъ наружнымъ видомъ, такъ и самымъ движеніемъ; ихъ называютъ *кометами*. Хотя видъ кометъ весьма различенъ, по большею частью онѣ состоятъ изъ прозрачной туманной массы (черт. 85), не имѣющей рѣзкихъ очертаній, внутри которой находится часть болѣе блестящая, чѣмъ прочія; эта часть, называемая *ядромъ кометы*, бываетъ окружена со всѣхъ сторонъ менѣе свѣтлою коймою, которая продолжается иногда въ одну сторону на значительное разстояніе и наз. тогда *хвостомъ кометы*. Есть впрочемъ кометы, которыя состоятъ только изъ одного ядра и не имѣютъ ни коймы, ни хвоста; такія кометы по наружному виду совершенно сходны съ планетами и отличаются отъ нихъ только своимъ движеніемъ. Хвостъ кометъ обыкновенно бываетъ обращенъ въ сторону, противоположную солнцу, и имѣетъ разнообразный видъ: у нѣкоторыхъ онъ представляется въ видѣ длиннаго свѣтлаго луча, у другихъ бываетъ изогнутъ въ видѣ сабли; блескъ хвоста съ увеличеніемъ разстоянія отъ ядра постепенно слабѣетъ и наконецъ совершенно исчезаетъ. Кромѣ


Черт. 85.

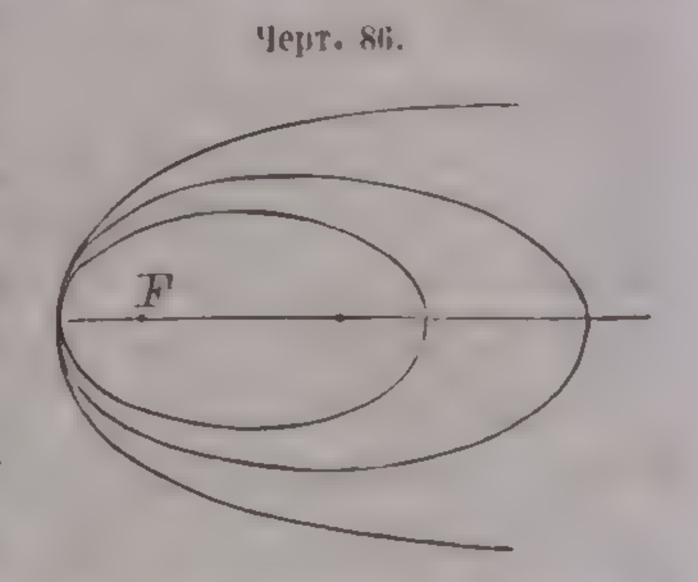


того хвостъ бываетъ иногда простой, а иногда состоитъ изъ двухъ и болѣе развѣтвленій; такъ хвостъ кометы 1744 года представлялъ 6 вѣтвей, изъ которыхъ каждая имѣла около 4° ширины и отъ 30° до 40° длины. У нѣкоторыхъ кометъ длина хвоста достигала еще большихъ размѣровъ; такъ хвостъ кометы 1680 года простирался въ длину на 90°, а хвостъ кометы 1619 года имѣлъ въ длину 104°. При такихъ размѣрахъ блескъ кометъ иногда увеличивается до того, что нѣкоторыя изъ нихъ могутъ быть видимы простымъ глазомъ даже днемъ; такъ напр. комета 1843 г, была въ первый разъ замѣчена простыми глазами на разстояніи 2° отъ солнца. Такіе случаи впрочемъ представляютъ исключеніе; большая часть кометъ, видимыхъ простымъ глазомъ, имѣетъ несравненно меньшіе размѣры, а слѣд. и меньшій блескъ; наконецъ самая значительная часть можетъ быть видима только въ телескопы. Замѣтимъ однако, что видъ и блескъ каждой кометы не остается постояннымъ въ теченіе того времени, когда она видима на небесномъ сводѣ. Одна и та же комета можетъ представить въ это время различныя измѣненія вида и блеска отъ тончайшей, едва замѣтной въ телескопы, туманной массы до видимаго простымъ глазомъ ядра, сопровождаемаго хвостомъ громадныхъ размѣровъ.

112. **Движеніе кометъ.** Внезапное появленіе и странный видъ кометъ наводили нѣкогда суевѣрный ужасъ: ихъ считали метеорами, происходящими въ земной атмосферѣ и служащими предвѣстниками различныхъ бѣдствій. Ньютонъ, великій англійскій ученый 17 столѣтія, первый нашелъ истинные законы движенія кометъ. Онъ показалъ, что кометы суть небесныя тѣла, движущіяся около солнца подобно планетамъ и подобно имъ описывающія при этомъ движеніи эллипсисы, въ одномъ изъ фокусовъ которыхъ находится солнце. Все различіе въ движеніи планетъ и кометъ состоитъ въ томъ, что первыя движутся всѣ въ одномъ направленіи съ W на O по эллипсисамъ, которые близко подходятъ къ кругамъ и лежатъ почти въ одной плоскости; а кометы движутся въ разнообразныхъ направленіяхъ по эллипсисамъ, чрезвычайно растянутымъ и имѣющимъ всевозможныя положенія въ пространствѣ.

Такъ какъ кометы бываютъ видимы съ земли только въ той части своей орбиты, которая находится вблизи солнца, то въ слѣдствіе сильной растянутости описываемыхъ ими эллипсисовъ, въ большинствѣ случаевъ можно считать, что комета движется не по эллипсису, а по другой кривой, принадлежащей также къ числу коническихъ сѣченій, именно по *параболѣ*, въ фокусѣ которой находится солнце. Изъ чер. 86 можно видѣть, что чѣмъ растяженнѣе будетъ эллипсисъ, тѣмъ большая часть его, лежащая вблизи фокуса F, будетъ сливаться съ дугою параболы. На этомъ основаніи астрономы и принимаютъ обыкновенно, что кометы движутся не по эллипсисамъ, а по параболамъ, и при появленіи всякой новой кометы вычисляютъ путь ея, какъ будто бы онъ былъ параболическій, такъ какъ для опредѣленія такого пути требуется менѣе элементовъ, чѣмъ для эллиптическаго, а именно только пять: *1) долгота восходящаго узла*, *2) наклоненіе орбиты къ эклиптикѣ*, *3) долгота перигелія*, *4) разстояніе отъ солнца* и *5) время прохожденія черезъ перигелій*.

Черт. 86.



113. Періодическія кометы. Если комета описываетъ эллипсисъ не очень растянутый, то она должна появляться періодически черезъ опредѣленные промежутки времени, всякій разъ, когда при своемъ движеніи около солнца она будетъ находиться вблизи перигелія; такихъ кометъ, называемыхъ *періодическими*, существуетъ нѣсколько.

Понятно, что для рѣшенія вопроса, была ли прежде видима какая нибудь комета, или нѣтъ, нельзя основываться на наружномъ видѣ ея, потому что онъ до того непостояненъ, что иногда совершенно измѣняется даже въ теченіе нѣсколькихъ дней; тѣмъ болѣе это можетъ случиться въ продолженіе длиннаго промежутка времени. О періодичности кометы можно судить, сравнивая ея элементы съ элементами кометъ, появлявшихся раньше; только сходство элементовъ вновь открываемой кометы съ элементами прежнихъ кометъ даетъ возможность сказать, есть ли это вторичное, третичное и т. д. появленіе одной и той же кометы, замѣченной раньше. Такимъ образомъ изъ сходства параболическихъ элементовъ большихъ кометъ 1531,

1607 и 1682 годовъ Галлей заключилъ, что эти кометы суть не что иное, какъ періодическія появленія одной и той же кометы, возвращающейся къ солнцу приблизительно черезъ каждыя 75 лѣтъ, и предсказалъ новое ея появленіе въ 1759 году. Это предсказаніе дѣйствительно исполнилось и самая комета названа по справедливости кометою Галлея. Послѣ этого она появлялась въ 1835 году и должна явиться въ 1911 году. Изъ числа 200 кометъ, пути которыхъ были извѣстны до половины текущаго столѣтія, только для небольшой части несомнѣнно доказана періодичность; для другихъ она можетъ быть подтверждена черезъ сотни или даже тысячи лѣтъ, такъ что большая часть кометныхъ путей представляется параболами.

Извѣстныя періодическія кометы распадаются на двѣ группы: однѣ описываютъ свои эллипсисы около солнца въ теченіе періода времени отъ 3 до 7 лѣтъ съ среднимъ разстояніемъ отъ солнца, равнымъ разстоянію астероидовъ. Къ этой группѣ относятся слѣдующія кометы: *комета Энке* (періодъ обращенія $3\frac{1}{3}$ года); *комета Біелы* ($6\frac{3}{4}$ г.); *комета Фэ* ($7\frac{1}{3}$ года); *комета де Вико* (5, 5); *комета Брорсена* (5, 6) и *комета д' Арре* ($6\frac{1}{3}$ г.). Всѣ онѣ телескопическія и наклоненія ихъ орбитъ неболѣе наклоненій орбитъ астероидовъ. Другую группу періодическихъ кометъ составляютъ кометы, которыя имѣютъ время обращенія отъ 7 до 77 лѣтъ; среднее разстояніе ихъ равно разстоянію Урана. Сюда относятся кометы *Галлея* (пер. обр. 76 л.); *Понса* (71 г.); *Ольберса* (74 г.); *де Вико* (73 г.); *Брорсена* (75 л.) и *Вестфаля* (69 л.). Изъ этихъ кометъ обратное движеніе имѣетъ только комета Галлея; наклоненія орбитъ ихъ весьма значительны и большая часть этихъ кометъ видима близь перигелія простымъ глазомъ.

Сколько кометъ принадлежитъ къ солнечной системѣ, опредѣлить нельзя; нѣкоторые астрономы насчитываютъ ихъ до 4000. Но если принять во вниманіе то, что даже большія кометы перестаютъ быть видимыми, удаляясь отъ солнца на разстояніе, бо́льшее разстоянія Юпитера, а слабыя еще на меньшемъ разстояніи, и что существуетъ можетъ быть множество кометъ, перигелій которыхъ лежитъ дальше орбиты Юпитера, наконецъ то, что много кометъ остаются незамѣченными вслѣдствіе пасмурнаго неба, луннаго свѣта и т. под. обстоя-

тельствъ, то весьма вѣроятно, что число всѣхъ кометъ превзойдетъ 4000.

114. Физическое устройство кометъ. О физическомъ устройствѣ кометъ до настоящаго времени мы имѣемъ весьма ограниченныя свѣдѣнія. Всѣ факты, собранные новѣйшими наблюденіями, приводятъ къ тому заключенію, что не только хвостъ, но даже и ядро кометъ представляетъ скопленіе легкой, прозрачной, парообразной матеріи, представляющей бо́льшее сгущеніе въ томъ мѣстѣ, гдѣ находится ядро. Наблюденія В. Струве и Бесселя показываютъ, что можно видѣть даже мелкія неподвижныя звѣзды не только черезъ хвостъ, но и черезъ самое ядро кометы, при чемъ свѣтъ звѣзды не только не ослабляется, но и не преломляется, и слѣд. прозрачную матерію, изъ которой состоятъ кометы, нельзя даже сравнивать съ газомъ; она должна состоять изъ частичекъ, раздѣленныхъ пустыми промежутками, т. е. какъ бы *пылеобразно*. На подобный пылеобразный составъ кометъ указываютъ также измѣненія въ наружномъ видѣ ихъ, совершающіяся часто въ весьма короткій промежутокъ времени. Такъ иногда случается, что комета съ перваго же дня своего появленія бываетъ видима простыми глазами и занимаетъ значительное пространство на небѣ. Опредѣляя путь ея изъ послѣдующихъ за тѣмъ наблюденій, можно убѣдиться, что комета могла бы быть видима и раньше, еслибы находилась въ тѣхъ же условіяхъ относительно блеска и величины, какъ и въ день своего появленія. Поэтому объяснить внезапное появленіе блестящей кометы въ той части неба, гдѣ наканунѣ ничего подобнаго не было видно, можно только тѣмъ предположеніемъ, что комета претерпѣла значительное измѣненіе въ наружномъ видѣ въ теченіе одного дня. Подобное обстоятельство представила комета 17-го Марта 1843 года. Съ перваго же дня своего появленія она была видима простыми глазами и хвостъ ея занималъ 40°, а между тѣмъ 16 Марта, т. е. наканунѣ, никто не видѣлъ въ этой части неба ничего подобнаго. Еще замѣчательнѣе то обстоятельство, которое представила комета Біелы въ 1846 году. Черезъ нѣсколько дней послѣ своего появленія она раздѣлилась на двѣ части, которыя про-

должали свое движеніе параллельно на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга. Каждая изъ частей состояла изъ ядра, сопровождаемаго хвостомъ. Когда комета опять появилась въ 1852 году, совершивъ полный оборотъ около солнца, обѣ части были замѣчены снова; но разстояніе между ними сдѣлалось уже гораздо больше.

Мы уже говорили, что хвосты кометъ достигаютъ значительной угловой величины; что касается до дѣйствительныхъ размѣровъ ядеръ и хвостовъ, то надо замѣтить, что діаметръ ядеръ нѣкоторыхъ кометъ составляетъ нѣсколько миль, у другихъ нѣсколько сотъ и даже тысячъ миль; хвосты же иногда имѣютъ въ длину около 100000 миль и даже доходятъ до громадной длины 20—30 милліоновъ миль, т. е. гораздо больше, чѣмъ разстояніе земли отъ солнца.

Не смотря на такіе громадные размѣры, масса кометъ, какъ увидимъ, вслѣдствіе незначительной плотности матеріи, изъ которой онѣ состоятъ, чрезвычайно мала въ сравненіи съ массою планетъ. Наконецъ несомнѣнно то, что кометы суть тѣла темныя и свѣтятъ отраженнымъ солнечнымъ свѣтомъ; это прямо слѣдуетъ изъ того, что свѣтъ ихъ усиливается по мѣрѣ приближенія къ солнцу и наоборотъ уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ него; къ такому же заключенію приводятъ и опыты Араго, доказавшаго посредствомъ поляризаціи, что кометы свѣтятъ заимствованнымъ свѣтомъ.

Намъ остается сказать еще нѣсколько словъ о вопросахъ, которые слышатся довольно часто: можетъ ли комета встрѣтиться съ землею и что можетъ произойти отъ этой встрѣчи? Отрицать возможность подобной встрѣчи нельзя; но вычисленіе показываетъ, что для этого явленія представляется столько же шансовъ, сколько вынуть сразу черный шаръ изъ закрытой урны, гдѣ онъ помѣщенъ вмѣстѣ съ 280 милліонами бѣлыхъ шаровъ. Конечно, шансовъ очень мало; но поручиться за то, что не вынется черный шаръ, нельзя. И дѣйствительно, еслибы комета Біелы, путь которой пересѣкаетъ орбиту земли, пришла въ 1832 году мѣсяцемъ позднѣе, то она встрѣтила бы землю. Впрочемъ, еслибы даже и случилось это, то опасаться резуль-

татовъ этой встрѣчи рѣшительно нѣтъ достаточныхъ основаній. Мы уже говорили, что плотность кометъ чрезвычайно мала, и есть нѣкоторыя основанія полагать, что она слишкомъ въ 20000 разъ менѣе плотности атмосфернаго воздуха. Понятно, что тѣло, обладающее подобною плотностью, не можетъ произвести никакого разрушающаго дѣйствія не только механически, но даже и химически, потому что съ одной стороны присоединеніе къ воздуху вещества, котораго удѣльный вѣсъ менѣе $\frac{1}{20000}$, незамѣтно; съ другой стороны положительно извѣстно, что 26-го Іюня 1819 года земля нѣсколько часовъ находилась въ массѣ кометнаго хвоста, а между тѣмъ какъ этотъ день, такъ и весь годъ ни метеорологически, ни въ какомъ другомъ отношеніи, не отличался отъ прочихъ.

XI.

ПАДАЮЩІЯ ЗВѢЗДЫ.

115. Падающія звѣзды. Въ ясную безлунную ночь весьма часто можно видѣть всѣмъ извѣстное явленіе, называемое *падающими звѣздами*. Въ какой нибудь части неба появляется свѣтлая точка, которая движется весьма быстро между звѣздами, оставляя позади себя блестящій слѣдъ, и черезъ нѣсколько мгновеній исчезаетъ. Древніе считали эти метеоры за дѣйствительныя звѣзды, отрывающіяся отъ небеснаго свода, вслѣдствіе чего и дали имъ названіе падающихъ звѣздъ. Нечего и говорить, что такое мнѣніе совершенно ошибочно, въ чемъ легко убѣдиться внимательнымъ разсмотрѣніемъ того созвѣздія, изъ котораго повидимому отдѣлилась звѣзда.

116. Періодическое появленіе падающихъ звѣздъ. Падающія звѣзды замѣчаются обыкновенно каждую ночь, но не часто одна за другою; иногда же случается, что онѣ являются въ различныхъ частяхъ неба въ такомъ количествѣ, что одному наблюдателю невозможно слѣдить за ними. Рѣдко падающія звѣзды наз. *спорадическими*, а падающія часто и цѣлыми группами

наз. *періодическими*. Одна изъ наиболѣе замѣчательныхъ эпохъ появленія падающихъ звѣздъ есть 12 Ноября (нов. ст.). Уже Гумбольдтъ во время своего путешествія въ 1799 году замѣтилъ въ Куманѣ, городѣ Южной Америки, въ ночь съ 11 на 12 Ноября обильное появленіе этихъ метеоровъ; подобное явленіе замѣчено было и въ 1833 году въ ночь съ 12 на 13-е Ноября въ Америкѣ, когда падающія звѣзды сыпались подобно хлопьямъ снѣга, и того же числа 1832 года въ Европѣ. Другая подобная эпоха есть 10 Августа, день Св. Лаврентія; простой народъ западной Европы называетъ звѣзды, падающія въ эту ночь, *огненными слезами Св. Лаврентія*.

117. Между различными гипотезами о происхожденіи падающихъ звѣздъ наиболѣе достовѣрна та, которая приписываетъ имъ не земное, не атмосферическое, а космическое происхожденіе. По этой гипотезѣ падающія звѣзды надо считать небольшими темными тѣлами, астероидами, которые обращаются около солнца подобно большимъ планетамъ, но по своей малости не могутъ быть замѣчены даже въ лучшіе телескопы. Когда какой нибудь изъ этихъ астероидовъ при своемъ движеніи проходитъ черезъ земную атмосферу, то претерпѣвая значительное треніе вслѣдствіе большой скорости движенія, онъ сильно нагрѣвается и загорается въ прикосновеніи съ кислородомъ воздуха. Выйдя изъ атмосферы, онъ перестаетъ горѣть и охлаждается. Поэтому мы видимъ подобныя тѣла только тогда, когда онѣ проходятъ черезъ земную атмосферу. Сверхъ того періодическія появленія падающихъ звѣздъ приводятъ къ тому заключенію, что эти астероиды не носятся въ пространствѣ уединенно; но собраны въ цѣлыя группы, которыя, подобно большимъ планетамъ, движутся около солнца по обыкновеннымъ законамъ. Когда земля при своемъ движеніи встрѣчаетъ подобную группу астероидовъ, то является цѣлый дождь падающихъ звѣздъ. Это явленіе не повторяется каждый годъ, но черезъ нѣкоторый промежутокъ времени, зависящій отъ временъ обращеній земли и группы планетъ около солнца.

118. **Аэролиты.** Когда какой нибудь изъ этихъ астероидовъ при своемъ движеніи встрѣчаетъ землю, или проходя весьма

близко, подчиняется дѣйствію ея притяженія, то онъ падаетъ на землю и наз. *аэролитомъ* или *воздушнымъ камнемъ*. Аэролиты принадлежатъ къ числу весьма рѣдкихъ космическихъ метеоровъ; паденіе ихъ часто сопровождается сильнымъ трескомъ. Химическое изслѣдованіе ихъ показываетъ, что они состоятъ бóльшею частію изъ желѣза съ примѣсью кобальта, никкеля, сѣрнистаго желѣза и кремнеземныхъ соединеній. Главную массу составляетъ желѣзо и по всей вѣроятности оно то и горитъ въ земной атмосферѣ. На поверхности земли во многихъ мѣстахъ находятся большія массы, которыя по преданіямъ упали съ неба, и которыя дѣйствительно сходны съ аэролитами и видомъ и химическимъ составомъ. Мы упомянемъ о такъ называемой *Палласовой горѣ*, аэролитѣ, найденномъ въ половинѣ прошедшаго столѣтія около Красноярска Палласомъ, во время его путешествія по Сибири. Въ 1772 году этотъ камень былъ привезенъ въ Петербургъ и хранится теперь въ Академіи Наукъ. Онъ вѣситъ около 40 пудовъ и состоитъ изъ желѣза въ соединеніи съ никкелемъ.

119. Болиды. Нѣкоторыя изъ этихъ малыхъ планетъ, по всей вѣроятности тѣ, которыя наиболѣе приближаются къ землѣ, имѣютъ видъ огненныхъ шаровъ и въ такомъ видѣ наз. *болидами*. Такіе шары видимы бываютъ нѣсколько секундъ, и двигаясь въ теченіе нѣкотораго времени въ какомъ нибудь направленіи, разливаютъ вокругъ себя замѣтный свѣтъ, иногда подобный лунному, и затѣмъ или исчезаютъ или разрываются на подобіе бомбы. Часто они оставляютъ за собою видимый нѣсколько времени свѣтлый слѣдъ; послѣ разрыва нѣкоторыхъ изъ нихъ падаетъ множество аэролитовъ, что указываетъ отчасти на общность происхожденія тѣхъ и другихъ.

XII.

НЕПОДВИЖНЫЯ ЗВѢЗДЫ.

120. Наша солнечная система состоитъ, какъ мы видѣли, изъ солнца, вокругъ котораго движутся нѣсколько планетъ и кометъ, получающихъ отъ него свѣтъ и теплоту. На громадномъ

разстояніи отъ этой системы, въ безграничномъ пространствѣ разсѣяно безчисленное множество другихъ свѣтилъ, называемыхъ *звѣздами*, и подобно солнцу сіяющихъ собственнымъ свѣтомъ. Что звѣзды суть тѣла самосвѣтящіяся, это можно показать слѣд. образомъ: годичный параллаксъ Сиріуса = 0'',15, откуда слѣдуетъ, что разстояніе этой звѣзды отъ земли почти въ 150000 разъ больше разстоянія Сатурна; поэтому еслибъ Сиріусъ получалъ свѣтъ отъ солнца, то яркость его была бы въ 22000 милліоновъ разъ слабѣе свѣта Сатурна, и его нельзя было бы видѣть ни въ какой телескопъ. Притомъ, еслибъ солнце удалилось отъ насъ на такое разстояніе, на какомъ находится Сиріусъ, то оно обратилось бы въ едва замѣтную точку: но Сиріусъ представляется намъ самой свѣтлой звѣздой неба, поэтому мы должны предположить, что онъ гораздо больше солнца. Такимъ образомъ каждая звѣзда есть солнце, подобное нашему, и по всей вѣроятности окружена планетами, спутниками, кометами, которыхъ мы не видимъ только по причинѣ чрезвычайно большаго ихъ разстоянія отъ земли.

121. Собственное движеніе звѣздъ. Звѣзды далеко не имѣютъ той неподвижности, какую имъ приписывали прежде; не говоря уже о кажущемся движеніи, которое, какъ намъ извѣстно, имѣютъ звѣзды вслѣдствіе перемѣщенія земли въ пространствѣ, онѣ имѣютъ еще *собственное движеніе*, только это движеніе несравненно медленнѣе движеній планетъ и потому не могло быть замѣчено древними. Первая догадка о собственныхъ движеніяхъ звѣздъ была высказана Галлеемъ въ началѣ XVIII столѣтія. Онъ нашелъ, что положенія трехъ звѣздъ — Арктура, Альдебарана и Сиріуса, опредѣленныя Гиппархомъ и потомъ черезъ 19 вѣковъ Флемстидомъ, разнятся между собою больше, чѣмъ это могло произойти отъ погрѣшностей наблюденій, и заключилъ, что сказанныя звѣзды имѣютъ собственное движеніе въ направленіи къ Югу. Это заключеніе въ послѣдствіи оправдалось и теперь уже положительно доказано собственное движеніе болѣе 700 звѣздъ, и есть основаніе полагать, что на цѣломъ небѣ не находится ни одной, совершенно неподвижной, звѣзды. Изъ 700 звѣздъ, собственное движеніе которыхъ опре-

дѣлено, 21 звѣзда перемѣщается въ годъ болѣе чѣмъ на 1'', въ томъ числѣ 4 звѣзды 1-й величины: α Центавра, Арктуръ, Сиріусъ и Проціонъ; наибольшее собственное движеніе изъ этихъ звѣздъ имѣетъ телескопическая звѣзда, принадлежащая къ созвѣздію Большой Медвѣдицы; она перемѣщается на 7'' въ годъ; перемѣщенія остальныхъ изъ 700 такъ малы, что выражаются только долями секунды.

122. **Движеніе солнечной системы.** Замѣченное движеніе звѣздъ можетъ происходить либо отъ дѣйствительнаго ихъ перемѣщенія въ пространствѣ, либо есть только кажущееся и происходитъ отъ движенія въ пространствѣ всей нашей солнечной системы. Понятно, что въ первомъ случаѣ всѣ направленія одинаково возможны, въ послѣднемъ же между перемѣщеніями звѣздъ должна существовать нѣкоторая зависимость: подобно деревьямъ лѣса, къ которому мы приближаемся, звѣзды должны раздвигаться въ той части неба, куда движется солнечная система, и наоборотъ сближаться въ противоположной. Тщательное разсмотрѣніе наблюденій показываетъ, что въ большинствѣ случаевъ перемѣщенія звѣздъ выполняютъ вышесказанное условіе; такимъ образомъ собственное движеніе звѣздъ зависитъ съ одной стороны отъ дѣйствительнаго ихъ перемѣщенія въ пространствѣ, съ другой отъ движенія солнечной системы. Изъ направленій перемѣщеній звѣздъ Гершель опредѣлилъ даже ту точку неба, къ которой движется солнечная система; эта точка по его мнѣнію лежитъ близь созвѣздія Геркулеса; скорость этого движенія, по мнѣнію Бесселя, вдвое болѣе скорости земли около солнца. Весьма вѣроятно, что это движеніе происходитъ не по прямой, а по кривой линіи, которой мы знаемъ одну только чрезвычайно малую часть.

123. **Цвѣтныя звѣзды.** Звѣзды большей частью сіяютъ бѣлымъ свѣтомъ; впрочемъ есть нѣкоторыя, свѣтъ которыхъ представляетъ замѣтное окрашеніе; простыми глазами однако этого различить нельзя, а потому цвѣтъ звѣздъ не должно смѣшивать съ тѣмъ оранжевымъ цвѣтомъ, который имѣютъ всѣ звѣзды близь горизонта, и который зависитъ отъ присутствія въ воздухѣ большаго количества водяныхъ паровъ. Раз-

личить цвѣтъ звѣздъ можно только въ телескопы; при этомъ оказывается, что нѣкоторыя имѣютъ красноватый оттѣнокъ, какъ напр. Альдебаранъ, Поллуксъ, Антаресъ, α Оріона и Арктуръ; другія зеленоватый, напр. Касторъ; нѣкоторыя — слегка желтоватый, напр. Альтаиръ. Цвѣтъ звѣздъ измѣняется; такъ напр. древніе приписывали Сиріусу красный цвѣтъ (*); въ настоящее время Сиріусъ свѣтитъ чистымъ бѣлымъ свѣтомъ. Яркость блеска звѣздъ также не остается постоянною. Существуетъ много звѣздъ, блескъ которыхъ замѣтно измѣнился въ теченіе болѣе или менѣе долгаго промежутка времени; въ примѣръ подобнаго измѣненія мы укажемъ на звѣзду δ Большой Медвѣдицы, которая въ настоящее время принадлежитъ къ звѣздамъ 3-й величины. Принимая во вниманіе то, что Байеръ, издавшій свои небесныя карты въ 1603 году, считалъ ее свѣтлѣе прочихъ звѣздъ ε, ζ, η того же созвѣздія и которыя теперь всѣ 2-й величины, мы должны заключить, что и эта звѣзда въ его время принадлежала къ звѣздамъ 2-й величины и слѣд. блескъ ея съ того времени замѣтно уменьшился.

124. Періодическія звѣзды. Блескъ нѣкоторыхъ звѣздъ измѣняется періодически. Одна изъ наиболѣе замѣчательныхъ въ этомъ отношеніи звѣздъ есть *Алголь* или β въ созвѣздіи Персея; она кажется обыкновенно звѣздою 2-й величины и остается такою въ теченіе 2 дней 14 час.; послѣ этого блескъ ея начинаетъ уменьшаться и въ теченіе $3\frac{1}{2}$ часовъ достигаетъ блеска звѣздъ 4-й величины, за тѣмъ начинаетъ снова увеличиваться и въ теченіе $3\frac{1}{2}$ час. звѣзда достигаетъ опять 2-й величины; потомъ черезъ 2 дня 14 часовъ опять начинаются вышесказанныя измѣненія. Звѣзда эта замѣчательна еще тѣмъ, что цвѣтъ ея чисто бѣлый, между тѣмъ какъ большая часть періодическихъ звѣздъ красноваты.

Звѣзда ο созвѣздія Кита представляетъ еще болѣе замѣчательныя измѣненія блеска въ періодъ 334 дней. Звѣзда эта остается въ теченіе 15 дней блестящею звѣздою 2-й величины, затѣмъ блескъ ея уменьшается постепенно и она дѣлается не-

---

*) Цицеронъ называетъ *rutilus*, Горацій *rubra*.

видимою въ теченіе 5 мѣсяцевъ. Послѣ этого звѣзда появляется снова, блескъ ея увеличивается въ теченіе 3 мѣсяцевъ и въ продолженіе 15-ти дней она опять сіяетъ какъ звѣзда 2-й величины. Эти послѣдовательныя измѣненія блеска не всегда происходятъ въ описанномъ порядкѣ; иногда также звѣзда, достигши наибольшей степени блеска, представляется звѣздою не 2-й, а 3-й величины.

Для объясненія этихъ періодическихъ видоизмѣненій блеска предложено было нѣсколько гипотезъ; двѣ изъ нихъ заслуживаютъ бо́льшей вѣроятности. По одной надо допустить, что звѣзда вращается около своей оси и что не всѣ точки ея поверхности одинаково свѣтлы, или что поверхность эта покрыта пятнами. Если эти пятна при томъ измѣняются подобно солнечнымъ, то самый періодъ измѣняемости звѣзды будетъ непостояненъ. По другой гипотезѣ принимается, что около звѣзды обращается, какъ планета около солнца, темное тѣло значительной величины сравнительно съ самою звѣздою и это то тѣло закрываетъ отъ насъ или всю звѣзду или только часть ея. Даже можетъ быть, сама звѣзда обращается около темнаго тѣла. Впрочемъ и эти гипотезы не вполнѣ объясняютъ всѣ явленія измѣняемости блеска звѣздъ.

125. Временныя звѣзды. Иногда на небѣ внезапно являются звѣзды, сіяютъ въ теченіе нѣкотораго времени и затѣмъ снова исчезаютъ. Такія звѣзды наз. *временными*. Въ исторіи астрономіи извѣстно нѣсколько случаевъ появленія такихъ временныхъ звѣздъ. Такъ за 125 л. до Р. Х. внезапно появилась новая звѣзда, что и привело астронома Гиппарха къ мысли о составленіи перваго звѣзднаго каталога; потомъ въ 4-мъ вѣкѣ по Р. Х. близь созвѣздія Орла явилась звѣзда, блескъ которой равнялся блеску Венеры, и по истеченіи 3 недѣль исчезла безъ слѣда. Въ 9-мъ вѣкѣ арабскіе астрономы замѣтили въ созвѣздіи Скорпіона свѣтлую звѣзду, свѣтъ которой былъ въ четыре раза слабѣе свѣта луны; она была видима 4 мѣсяца. Но самая замѣчательная изъ такихъ звѣздъ была наблюдаема Тихо-Браге. Она появилась 11 Ноября 1572 года въ созвѣздіи Кассіопеи: блескъ ея равнялся вначалѣ блеску Сиріуса и продолжая уве-

личиваться, достигъ до того, что звѣзда была видна днемъ. Черезъ мѣсяцъ блескъ ея началъ уменьшаться и наконецъ въ Мартѣ 1574 года звѣзда исчезла совершенно, черезъ 16 мѣсяцевъ послѣ своего появленія. Въ теченіе этого времени въ свѣтѣ ея замѣтно было различное окрашеніе; при самомъ появленіи она сіяла бѣлымъ свѣтомъ, который перешелъ въ желтый, потомъ въ красный и наконецъ въ блѣдно-синій. Въ 1604 году подобная звѣзда, блескомъ превосходившая Сиріусъ, была замѣчена Кеплеромъ въ созвѣздіи Зміеносца. Въ 1760 году, въ созвѣздіи Лебедя явилась звѣзда 3-й величины, которая вскорѣ исчезла, затѣмъ появилась снова и послѣ нѣсколькихъ измѣненій блеска исчезла совершенно.

Нѣкоторые астрономы думаютъ, что блестящая звѣзда, замѣченная Тихо-Браге въ 1572 году, есть періодическая звѣзда, являвшаяся въ Кассіопеѣ въ 945 и въ 1264 году. Если это предположеніе справедливо, то надо ожидать появленія ея въ 1885 году, такъ какъ періодъ ея составляетъ 313 лѣтъ.

Подобныя внезапныя появленія и исчезновенія звѣздъ, сопровождаемыя измѣненіемъ цвѣта, напоминающимъ нѣсколько горѣніе, заставляютъ думать, что эти свѣтила подвержены какимъ нибудь громаднымъ физическимъ или химическимъ переворотамъ.

126. Сложныя звѣзды. Во многихъ случаяхъ тамъ, гдѣ невооруженный глазъ видитъ только одну звѣзду, въ телескопы можно различить двѣ или даже нѣсколько звѣздъ. Такія звѣзды наз. *сложными*. Близость звѣздъ другъ къ другу можетъ быть кажущаяся или дѣйствительная; въ первомъ случаѣ звѣзды называются *оптическими сложными звѣздами*, въ послѣднемъ — *физическими*; нужно замѣтить впрочемъ, что большинство сложныхъ звѣздъ принадлежитъ ко второму разряду. Чтобы дать понятіе о числѣ всѣхъ сложныхъ звѣздъ, достаточно указать на то, что изъ 120000 звѣздъ, которыя были наблюдаемы Струве, 3057 принадлежатъ къ числу сложныхъ, то есть среднимъ числомъ на каждыя 40 звѣздъ приходится одна сложная. Изъ числа этихъ звѣздъ 64 тройныя, 3 четверныхъ и одна семерная.

Тщательное наблюденіе нѣкоторыхъ двойныхъ звѣздъ привело Гершеля къ заключенію, что обѣ звѣзды, составляющія физически сложную группу, обращаются одна около другой; если звѣзды не одинаковой величины, то обыкновенно меньшая обращается около бо̀льшей, при чемъ самое движеніе происходитъ по тѣмъ же законамъ, какъ и движеніе планетъ около солнца. Вотъ нѣсколько звѣздъ, которыхъ движеніе опредѣлено съ точностію: 1) ξ Большой Медвѣдицы; спутникъ представляетъ звѣзду 5-й величины и обращается около главной звѣзды 2-й величины въ 61 годъ; со времени первыхъ измѣреній спутникъ совершилъ уже полный оборотъ; 2) η Вѣнца, періодъ обращенія 67 лѣтъ, 3) ζ Геркулеса, время обращенія 36 лѣтъ и проч. Весьма замѣчательную особенность двойныхъ звѣздъ представляютъ ихъ цвѣта. Обыкновенно цвѣта эти дополнительные; такъ главная звѣзда чаще бываетъ красноватаго или желтоватаго цвѣта, а спутникъ зеленоватаго или голубоватаго.

Кромѣ двойныхъ звѣздъ существуютъ еще тройныя и четверныя звѣзды. Тройная звѣзда ζ Рака состоитъ изъ главной звѣзды 5-й величины и двухъ спутниковъ 6-й величины, изъ которыхъ одинъ обращается около главной звѣзды въ 54 года, а другой въ 500 лѣтъ.

Тройныя звѣзды ξ Вѣсовъ и 12-я Рыси представляютъ ту замѣчательную особенность, что въ каждой изъ нихъ обѣ звѣзды спутницы обращаются около главной въ противоположныхъ направленіяхъ.

Звѣзда ψ Кассіопеи представляетъ расположеніе, сходное съ расположеніемъ солнца, земли и луны; она состоитъ изъ трехъ звѣздъ различныхъ величинъ, изъ которыхъ вторая обращается около первой, а третья около второй.

XIII.

ТУМАННЫЯ ПЯТНА.

127. Въ различныхъ частяхъ неба даже простымъ глазомъ можно замѣтить бѣловатыя пятна, имѣющія какъ бы матовое сіяніе; въ трубу такихъ пятенъ можно насчитать множество.

Онѣ наз. *туманными пятнами*. Величина и видъ ихъ чрезвычайно различны; отъ нѣсколькихъ градусовъ онѣ доходятъ до нѣсколькихъ секундъ и имѣютъ форму то круглую, то эллиптическую, то наконецъ совершенно неправильную.

128. **Звѣздныя кучи.** Часто случается, что то, что представляется пятномъ невооруженному глазу или въ слабую трубу, въ болѣе сильныя трубы является цѣлымъ скопленіемъ звѣздъ, иногда на столько густымъ, что не возможно различить одну звѣзду отъ другой: звѣзды скучены въ видѣ песку или зеренъ хлѣба; такія пятна, разрѣшимыя на звѣзды, наз. *звѣздными кучами*. Къ числу такихъ кучъ можно отнести созвѣздіе Плеядъ, въ которомъ люди съ хорошимъ зрѣніемъ даже невооруженнымъ глазомъ на туманномъ фонѣ могутъ различить отъ 6-ти до 7-ми звѣздъ; въ трубу же ихъ можно насчитать отъ 50 до 60-ти. Въ созвѣздіи, называв. Волосами Вереники, существуетъ одна изъ красивѣйшихъ звѣздныхъ кучъ: она изображена на чертежѣ 87-мъ.

Черт. 87.



Звѣздныя кучи имѣютъ вообще круглую форму и состоятъ изъ звѣздъ одинаковой величины, расположенныхъ довольно правильно около центра; въ нѣкоторыхъ изъ нихъ Гершель насчитываетъ до 20000 звѣздъ.

129. **Неразрѣшимыя туманныя пятна.** Есть туманныя пятна, которыя даже въ сильные телескопы не представляютъ ни малѣйшаго признака отдѣльныхъ звѣздъ; онѣ наз. *неразрѣшимыми*. По мнѣнію нѣкоторыхъ астрономовъ, вся разница такого пятна отъ звѣздной кучи состоитъ въ томъ, что наши телескопы не имѣютъ достаточной силы, и если бы мы могли увеличивать по желанію ихъ силу, то успѣли бы разложить на звѣзды даже и эти туманныя пятна. Но по мнѣнію другихъ такое заключеніе справедливо не для всѣхъ туманныхъ пятенъ. Есть нѣкоторыя пятна, внѣшній видъ которыхъ не даетъ воз-

можности считать ихъ скопленіемъ отдѣльныхъ звѣздъ: онѣ представляютъ скорѣе массу неорганизованной туманной матеріи и по внѣшнему виду ихъ можно сравнить съ кометами, которыя, не смотря даже на сравнительно близкое отъ насъ разстояніе, все таки сохраняютъ видъ тумана.

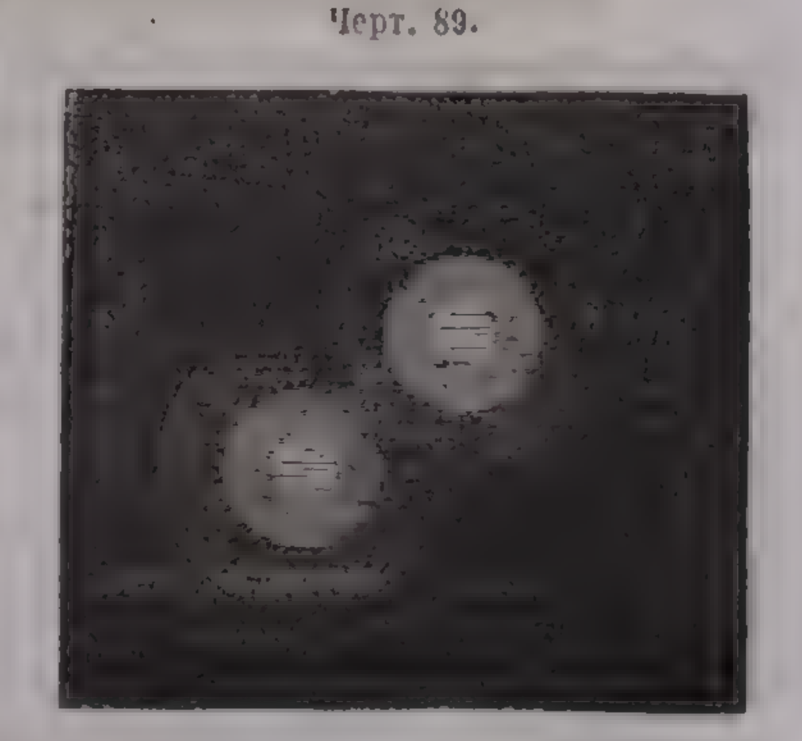
Въ срединѣ нѣкоторыхъ изъ такихъ пятенъ замѣчается точка, иногда довольно блестящая, а иногда похожая на блѣдную, закрытую туманомъ, звѣзду. Въ первомъ случаѣ туманныя пятна Вилльямъ Гершель называетъ *туманными звѣздами*, а въ послѣднемъ — *звѣздными туманностями*. Туманное пятно, изображенное на черт. 88-мъ, принадлежитъ къ первому разряду; оно имѣетъ довольно сильный блескъ въ срединѣ; свѣтлая матерія повидимому сгустилась въ центрѣ и образовала ядро.

Черт. 88.



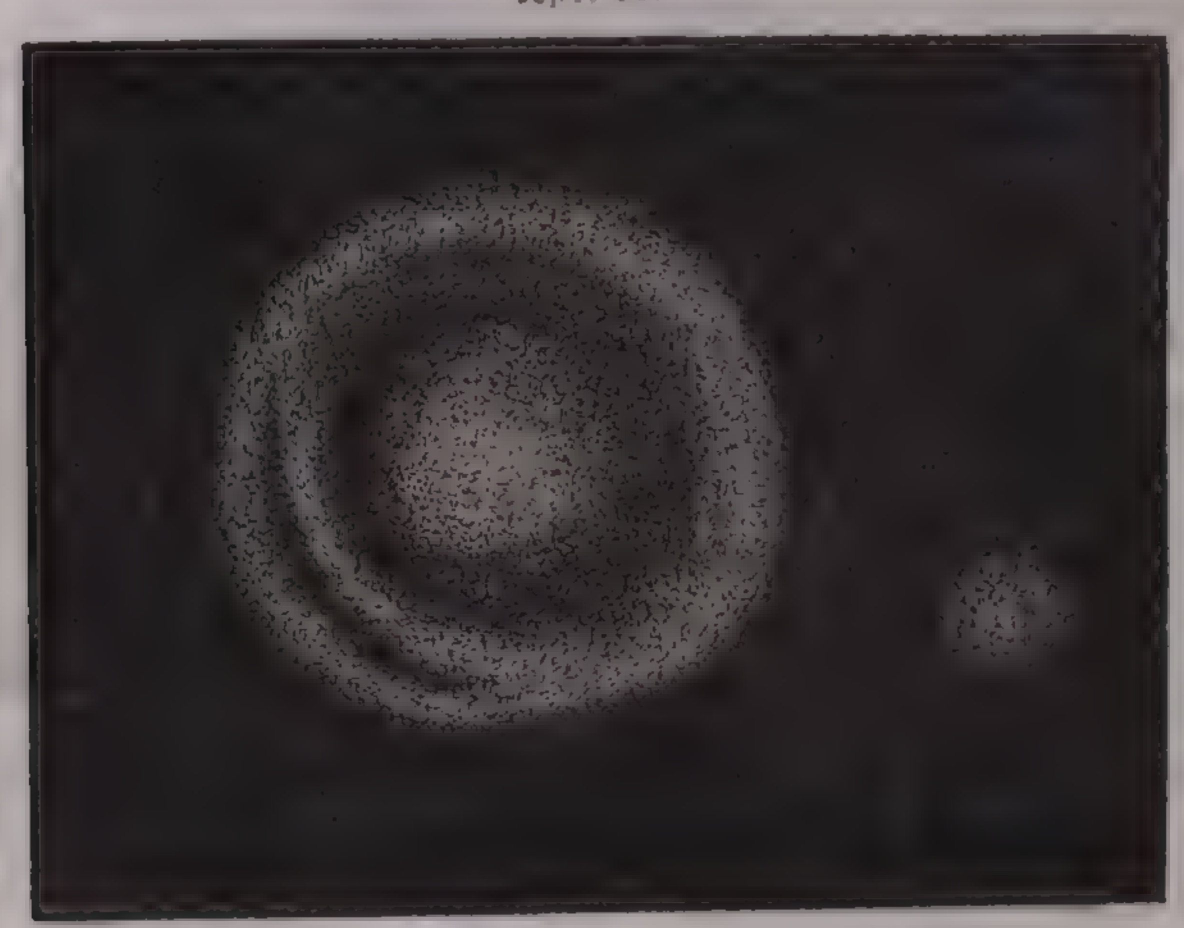
Есть также туманныя пятна круглой или эллиптической формы, представляющія вездѣ равномѣрный, молочный цвѣтъ, съ краями, яснообозначенными или только слегка туманными; Гершель назвалъ ихъ *планетными туманностями*. Такъ какъ видимый угловой діаметръ подобныхъ пятенъ иногда достигаетъ 60'', то объемъ ихъ долженъ быть весьма значителенъ; величину его можно сравнить съ пространствомъ, занимаемымъ всею нашею солнечною системою. Существуютъ туманности *двойныя* и *кольцеобразныя*. Черт. 89-й изображаетъ подобную двойную туманность, состоящую изъ двухъ равныхъ частей. На черт. 90-мъ представлена кольцеобразная туманность, состоящая изъ большаго круглаго и блестящаго туманнаго пятна, окруженнаго на нѣкоторомъ растояніи туман-

Черт. 89.



нымъ кольцомъ, которое раздѣляется въ одномъ мѣстѣ на двѣ части. Вблизи этой большой туманности находится другая — несравненно меньшихъ размѣровъ.

Черт. 90.



130. Млечный путь. Всякому извѣстна бѣловатая полоса, называемая *млечнымъ путемъ*, идущая поперегъ всего небеснаго свода. Она обходитъ сводъ небесный почти по большому кругу и въ одномъ мѣстѣ раздѣляется на двѣ вѣтви, идущія параллельно и снова соединяющіяся въ одну. Въ телескопы млечный путь представляется скопленіемъ огромнаго количества небольшихъ звѣздъ; по мнѣнію Гершеля толща этого скопленія въ нѣкоторыхъ мѣстахъ такова, что въ ней находится не менѣе 500 звѣздъ, расположенныхъ въ линію одна за другой, въ разстояніяхъ, равныхъ тому, которое отдѣляетъ наше солнце отъ ближайшей неподвижной звѣзды. Такъ какъ страны неба, наиболѣе удаленныя отъ млечнаго пути, сравнительно бѣдны звѣздами, число которыхъ наоборотъ увеличивается по мѣрѣ приближенія къ млечному пути, то, по мнѣнію Гершеля, кольцеобразный видъ его объясняется тѣмъ, что бечисленные милліоны звѣздъ, изъ которыхъ состоитъ млечный путь, расположены въ видѣ громаднаго плоскаго диска, и что наше солнце, составляющее одну изъ безчисленныхъ звѣздъ этой группы,

находится въ толщѣ этого пласта близь середины его. Если длина диска значительно больше толщины, то лучи зрѣнія, идущіе перпендикулярно къ плоскости диска, будутъ встрѣчать сравнительно меньшее количество звѣздъ; напротивъ лучи зрѣнія, идущіе въ плоскости диска по всѣмъ направленіямъ отъ середины его къ окружности, будутъ встрѣчать безчисленное множество скученныхъ вмѣстѣ звѣздъ, которыя, будучи удалены отъ насъ на громадное разстояніе, должны имѣть видъ туманнаго кольцеобразнаго пятна, обходящаго все небо. Число звѣздъ, изъ которыхъ состоитъ эта группа, по мнѣнію Гершеля, превосходитъ 30 милліоновъ; наше солнце находится не въ самомъ центрѣ ея, но ближе къ одному краю. По мнѣнію другихъ астрономовъ Млечный путь можно сравнить съ кольцеобразною туманностью, изображенною на черт. 90-мъ. Принимая это мнѣніе, должно допустить, что наше солнце находится въ срединѣ внутренняго сферическаго скопленія; звѣзды, принадлежащія къ этой кучѣ, относительно близкія къ солнцу, имѣютъ большій блескъ и видны во всѣхъ частяхъ неба. Эта сферическая куча окружена на громадномъ разстояніи другимъ кольцеобразнымъ скопленіемъ; оно то и составляетъ Млечный путь.

131. Туманныя пятна не разбросаны по всему небесному своду, но расположены, повидимому, также слоями или скопленіями; такъ большое количество ихъ находится близь созвѣздія Дѣвы. «Великолѣпная зона южнаго неба, лежащая между параллелями 50° — 80°», говоритъ Александръ Гумбольдтъ, «наиболѣе богата туманными звѣздами и неразрѣшимыми пятнами. Большое изъ двухъ Магеллановыхъ облаковъ, лежащихъ близь южнаго полюса въ странѣ неба, весьма бѣдной звѣздами, представляетъ поразительное скопленіе сферическихъ звѣздныхъ кучъ и неразрѣшимыхъ туманностей разной величины, блескъ которыхъ освѣщаетъ поле зрѣнія и составляетъ какъ бы фонъ картины. Видъ этихъ облаковъ, блестящаго созвѣздія корабля Арго, Млечнаго пути и чудное зрѣлище всего южнаго неба производитъ на душу наблюдателя глубокое, неизгладимое впечатлѣніе». Млечный путь также представляетъ скопленіе туманныхъ пятенъ; Гершель насчиталъ въ немъ 157 отдѣльныхъ группъ,

кромѣ 18-ти, находящихся близъ границъ его. Нѣкоторые астрономы думаютъ, что отдѣльныя туманныя пятна составляютъ второе кольцо, которое, проходя черезъ созвѣздія Кассіопеи, Большой Медвѣдицы, Волосъ Вереники, Дѣвы и Магеллановы облака, пересѣкаетъ Млечный путь подъ прямымъ угломъ. Всѣ эти открытія, большею частью которыхъ наука обязана трудамъ В. Гершеля и В. Струве, увеличиваютъ безпредѣльность небесъ и представляютъ вселенную въ новомъ, еще болѣе величественномъ видѣ, поражающемъ самое смѣлое воображеніе. Каждая звѣзда есть отдѣльное солнце, окруженное планетами, для которыхъ она служитъ источникомъ свѣта и теплоты; милліоны этихъ солнцевъ составляютъ группы, которыя въ свою очередь составляютъ новыя группы или кольца. Мы видѣли, что свѣтъ при всей его изумительной скорости, равной 17-ти милліонамъ верстъ въ минуту, употребляетъ около десятка лѣтъ, чтобы пройти разстояніе, раздѣляющее два сосѣднихъ солнца; онъ долженъ употребить столѣтія, чтобъ пройти діаметръ Млечнаго пути, и милліоны лѣтъ, чтобъ достигнуть отъ одной звѣздной кучи до другой. Такимъ образомъ мы видимъ въ настоящее время тѣ явленія, которыя давно уже совершились во вселенной.

XIV.

ВСЕОБЩЕЕ ТЯГОТѢНІЕ.

132. Открывши законы движенія планетъ около солнца, Кеплеръ задалъ себѣ вопросъ: что заставляетъ двигаться эти тѣла, какая сила производитъ ихъ движенія и управляетъ ими? — и пришелъ къ убѣжденію, что сила, водящая планеты, заключается въ солнцѣ; мнѣніе это поддерживали Гукъ и Гюйгенсъ; но только Ньютонъ, основываясь на законахъ Кеплера, точно опредѣлилъ свойства и законы дѣйствія этой силы. Чтобы показать, какимъ образомъ можно вывести свойства силы, производящей движеніе тѣла, изъ законовъ этого движенія, мы должны привести здѣсь нѣкоторыя положенія Механики.

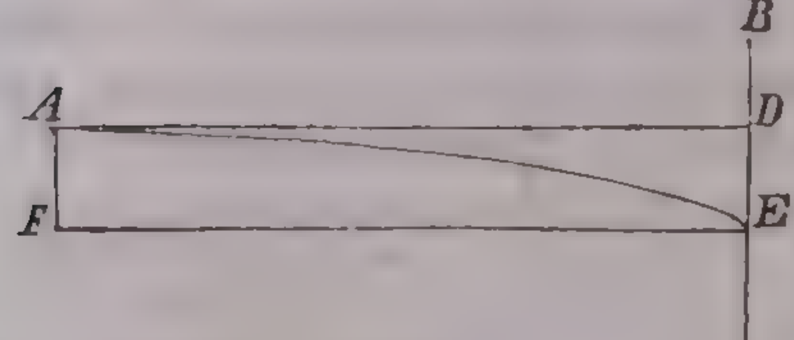
133. По закону *косности* или *инерціи* всякое тѣло, находящееся въ покоѣ, не можетъ само собой, безъ дѣйствія какой нибудь силы, прійти въ движеніе; если же тѣло движется, то оно будетъ двигаться по прямой линіи и равномѣрно, т. е.

съ постоянной скоростью, до тѣхъ поръ, пока какая нибудь сила не измѣнитъ его направленія или скорости. Такимъ образомъ дѣйствіе силы на тѣло, находящееся въ движеніи, можетъ проявляться въ двухъ видахъ: или она измѣняетъ скорость тѣла, увеличивая ее, если дѣйствуетъ по направленію движенія, и уменьшая, если дѣйствуетъ по обратному направленію; или же заставляетъ тѣло уклоняться отъ прямаго направленія и описывать линію кривую. Если мы поднимемъ камень на какую нибудь высоту и осторожно выпустимъ его изъ рукъ, не давая ему никакого толчка, то онъ начнетъ падать вслѣдствіе того, что его притягиваетъ земля, и такъ какъ это притяженіе дѣйствуетъ постоянно въ направленіи движенія, то скорость камня постоянно увеличивается; поэтому пространство, которое онъ проходитъ въ каждую секунду, больше того, какое онъ прошелъ въ предъидущую. Бросивши камень вверхъ, увидимъ, что скорость его постепенно будетъ уменьшаться и наконецъ обратится въ нуль, такъ какъ здѣсь дѣйствіе силы противоположно направленію движенія. Если, привязавъ камень къ нити, возьмемъ въ руку эту нить и будемъ обращать такъ, чтобъ камень описывалъ кругъ, то нерастяжимость нити будетъ постоянно отклонять камень отъ прямолинейнаго направленія; если во время движенія нить перерѣзать, то камень тотчасъ же пойдетъ по прямой линіи, касательной къ кругу, по которому онъ двигался. Извѣстно, что всякое тѣло, каковъ бы ни былъ его вѣсъ и химическій составъ, падая въ пустотѣ, проходитъ въ 1-ю сек. 16, 1 фута и въ каждую слѣдующую 32,2 ф. больше, чѣмъ въ предъидущую; еслибъ, по прошествіи первой секунды, земля перестала притягивать тѣло, то оно двигалось бы вслѣдствіе пріобрѣтенной скорости равномѣрно, проходя въ каждую секунду по 32, 2 фута; эта величина 32, 2 ф. наз. *ускореніемъ*. Еслибы двѣ силы, дѣйствуя на двѣ равныя массы, произвели различныя ускоренія, то та изъ нихъ была бы больше, которая произвела большее ускореніе; съ другой стороны, если двѣ силы сообщаютъ одинаковое ускореніе двумъ различнымъ массамъ, то та будетъ больше, которая дѣйствовала на большую массу; такимъ образомъ сила измѣряется произведеніемъ массы на ускореніе; если же она дѣйствуетъ на единицу массы, то ее можно измѣрять ускореніемъ.

134. Положимъ, что изъ точки A (черт. 91, пущено ядро по горизонтальному направленію, а BC представляетъ стѣну, поставленную отъ A на такомъ разстояніи, которое ядро пролетаетъ въ одну секунду, такъ что ядро ударитъ въ стѣну ровно черезъ секунду; если отмѣтимъ на стѣнѣ точку D), въ кото-

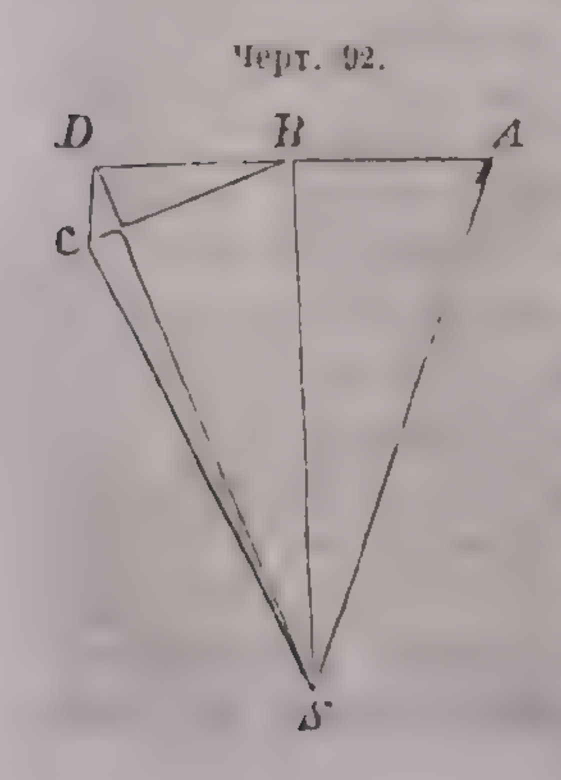
рую бы ударилось ядро, еслибъ во время полета тяжесть не стремилась приблизить его къ землѣ, то есть оно летѣло бы горизонтально, то найдемъ, что точка E, въ которую дѣйствительно ударится ядро, будетъ лежать ниже D на 16 фут., т. е. ядро попало въ стѣну въ концѣ діагонали параллелограмма, построеннаго на линіяхъ AD = скорости ядра и AF = 16 фут., описавъ кривую AE. Но мы знаемъ, что свободно падающее тѣло проходитъ въ первую секунду паденія 16 фут.; поэтому тяжесть дѣйствуетъ на тѣло, находящееся уже въ движеніи, точно также, какъ еслибъ оно находилось въ покоѣ, заставляя какъ то, такъ и другое, пройти по вертикальному направленію въ одинаковое время одно и тоже пространство. Точно тоже можно сказать и о всякой другой силѣ. Послѣ этихъ замѣчаній перейдемъ къ движенію планетъ.

Черт. 91.



135. Такъ какъ планеты движутся не по прямой линіи, то мы должны заключить, что на каждую изъ нихъ дѣйствуетъ сила, постоянно измѣняющая направленіе движенія; нужно узнать, каково направленіе и величина этой силы въ каждое мгновеніе. Докажемъ во первыхъ, что эта сила стремится приблизить планеты къ солнцу. Положимъ для простоты, что планеты движутся около солнца по кругамъ; при этомъ мы не слишкомъ удалимся отъ истины, такъ какъ эллипсисы, описываемые планетами, имѣютъ, какъ мы видѣли, очень незначительные эксцентрицитеты. Такъ какъ по второму Кеплерову закону площади секторовъ, описываемыхъ радіусами векторами въ равныя времена, равны между собою, то допустивъ, что планеты движутся по кругамъ, мы должны допустить также, что онѣ движутся равномѣрно. Пусть S (черт. 92) будетъ солнце, AB — пространство, проходимое планетою въ весьма малое время, напр. въ одну секунду, такъ что AB можно считать за прямую линію; еслибъ въ B не дѣйствовала на планету никакая сила, то въ слѣдующую секунду она прошла бы пространство BD = AB; но на самомъ дѣлѣ она отклоняется отъ сво-

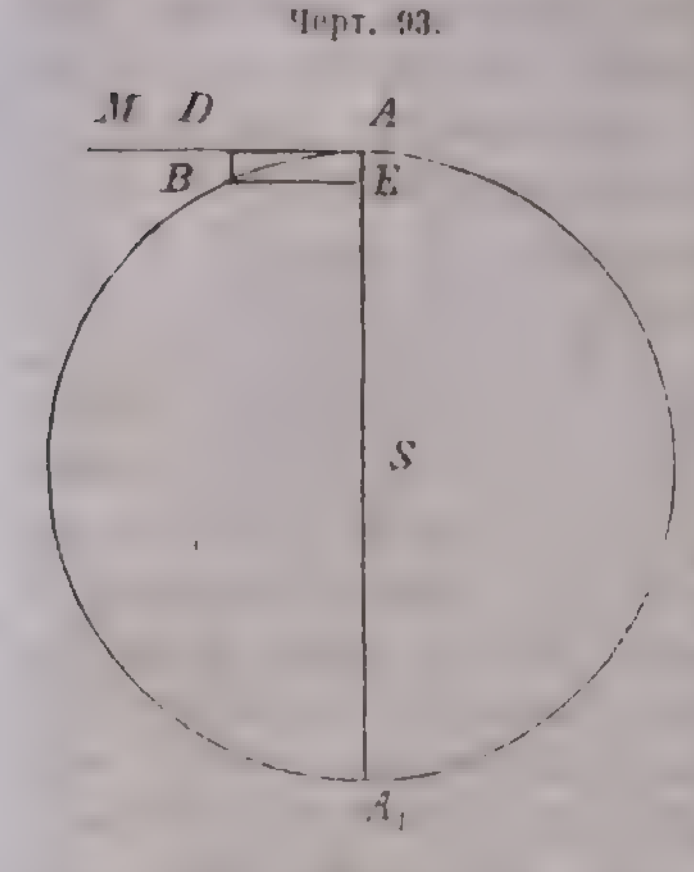
Черт. 92.



его направленія и проходитъ линію BC = AB. Отсюда мы заключаемъ, что въ положеніи B на планету дѣйствовала сила, измѣнившая направленіе ея движенія, и потому движеніе BC, которое планета дѣйствительно имѣетъ, должно быть слѣдствіемъ двухъ движеній: BD, которое она имѣетъ по инерціи, и того, которое стремится сообщить ей неизвѣстная сила; иначе говоря BC есть діагональ параллелограмма, составленнаго изъ BD и того пространства, которое прошла бы планета въ одну секунду вслѣдствіе дѣйствія силы. Соединивъ D съ C, получимъ одну сторону этого параллелограмма; докажемъ, что DC параллельна BS, или что другая сторона параллелограмма должна быть направлена по BS. Соединимъ точки D и C съ S; площ. ASB = площ. DSB (какъ треуг., имѣющіе общую вершину и равныя основанія), а ASB = CSB по второму закону Кеплера, слѣд. DSB = CSB; но какъ эти треуг. имѣютъ одинакое основаніе SB, то и высоты ихъ должны быть равны, то есть вершины D и C должны лежать на линіи, параллельной основанію SB, или DC параллельна SB, и сторона параллелограмма, выражающая направленіе неизвѣстной силы, совпадаетъ съ BS. Отсюда видимъ, что *сила, удерживающая планету на ея орбитѣ, стремится притянуть ее къ солнцу*, и еслибъ этой силы не было, еслибъ притяженіе солнца уничтожилось, то въ тотъ же моментъ планета пошла бы по касательной къ той точкѣ орбиты, гдѣ она находилась въ это мгновеніе. Съ другой стороны, еслибъ планету можно было остановить въ ея движеніи и потомъ предоставить самой себѣ, то она стала бы приближаться къ солнцу и наконецъ упала бы на него. Такимъ образомъ планеты описываютъ свои пути около солнца вслѣдствіе его притяженія и вслѣдствіе полученнаго ими первоначальнаго впечатлѣнія двигаться по прямой линіи, вслѣдствіе первоначальнаго толчка; этотъ толчокъ былъ сдѣланъ наклонно къ линіи, соединяющей планету съ солнцемъ, потому что еслибъ онъ былъ направленъ по этой линіи, то онъ ускорилъ бы паденіе планеты на солнце; а еслибы былъ сдѣланъ въ направленіи противоположномъ — нѣсколько замедлилъ бы его.

136. Мы узнали направленіе силы, отъ которой происходитъ движеніе планетъ; чтобъ опредѣлить законы ея дѣйствія, обратимся къ третьему Кеплерову закону, а именно, что квадраты временъ обращеній относятся какъ кубы среднихъ разстояній планетъ отъ солнца; такъ какъ здѣсь идетъ рѣчь о среднихъ разстояніяхъ, то слѣд. этотъ законъ существовалъ бы и въ томъ случаѣ, который мы предположили, т. е. еслибъ планеты двигались по кругамъ и притомъ равномѣрно. Пусть S (черт.

93) будетъ солнце, около котораго планета описываетъ кругъ,



Черт. 93.

ВА — скорость планеты, то есть пространство, проходимое ею въ одну секунду; еслибъ не было притяженія солнца, то, пришедши въ А, планета двигалась бы по направленію АМ, касательному къ кругу; но вслѣдствіе притяженія солнца она отклоняется отъ касательной и приближаетса къ солнцу, *падаетъ къ нему*, какъ падаютъ тѣла къ землѣ. Такъ какъ дуга АВ очень мала, то направленія притяженія солнца въ точкахъ А и В можно считать параллельными; слѣд. это будетъ такой же случай, какъ движеніе тѣла, брошеннаго горизонтально, и которое отъ тяжести постоянно приближается къ землѣ; перпендикуляръ BD, выражающій разстояніе точки В до касательной АМ, будетъ пространство, на которое падаетъ планета къ солнцу въ одну секунду; опредѣлимъ его. Опустивъ изъ В перпендикуляръ BE и принимая дугу АВ за хорду, на основаніи извѣстной геометрической теоремы имѣемъ:

$$\frac{AE}{AB}=\frac{AB}{AA_1}, \text{ откуда}$$

$$AE = BD = \frac{AB^2}{AA_1}.$$

Означимъ скорость АВ планеты черезъ v, линію AA_1 черезъ $2R$, гдѣ R есть радіусъ круга, описываемаго планетою, или разстояніе ея отъ солнца; тогда будемъ имѣть

$$BD=\frac{v^2}{2R}, \text{ поэтому}$$

ускореніе $= 2BD = \frac{v^2}{R}$. По предъидущему 2BD и будетъ означать величину притяженія p, оказываемаго солнцемъ на единицу массы планеты. Означивъ черезъ t время звѣзднаго оборота планеты, выраженное въ секундахъ, найдемъ $v = \frac{2\pi R}{t}$ и $p = \frac{4\pi^2 R}{t^2}$. Подобнымъ образомъ найдемъ для другой планеты, которой разстояніе $= R_1$, а время обращенія $= t_1$,

$$p_1 = \frac{4\pi^2 R_1}{t^2_1}, \text{ откуда}$$

$$p : p_1 = \frac{4\pi^2 R}{t^2} : \frac{4\pi^2 R_1}{t^2_1}, \text{ или}$$

$\frac{p}{p_1} = \frac{R t_1^2}{R_1 t^2}$. Но по третьему закону Кеплера

$$\frac{t_1^2}{t^2} = \frac{R_1^3}{R^3},$$

$$\text{слѣд. } \frac{p}{p_1} = \frac{R^2_1}{R^2},$$

т. е. *притяженіе солнца обратно пропорціонально квадратамъ разстояній*; поэтому еслибы планета удалилась отъ солнца на разстояніе вдвое, втрое.... бо́льшее, то притяженіе на единицу ея массы ослабѣло бы въ 4, 9.... разъ. Слѣдовательно, разница въ притяженіи, оказываемомъ солнцемъ на единицу массы различныхъ планетъ, зависитъ только отъ ихъ разстоянія, и еслибы всѣ планеты находились въ одинаковомъ разстояніи отъ солнца, то это послѣднее притягивало бы единицу массы каждой изъ нихъ съ одинаковой силой, а потому притяженіе солнца на цѣлую планету зависѣло бы отъ ея массы, и та планета притягивалась бы сильнѣе, которая имѣетъ бо́льшую массу. Отсюда заключаемъ, что притяженіе солнца прямо пропорціонально массамъ планетъ. Точно такими же разсужденіями можно убѣдиться, что движеніе спутниковъ зависитъ отъ притяженія ихъ планетами.

137. Въ предъидущихъ разсужденіяхъ мы сравнивали силу притяженія, оказываемаго солнцемъ на планету или планетой на спутника, съ силой земной тяжести, т. е. съ притяженіемъ, оказываемымъ землею на тѣла, находящіяся близь ея поверхности; это наводитъ на мысль о томъ, не тожественны ли обѣ эти силы; иначе говоря — сила земной тяжести, повинуясь которой камень падаетъ на землю, не простирается ли до луны и не она ли удерживаетъ луну на ея орбитѣ? Чтобъ узнать это, нужно вычислить, какое пространство прошелъ бы въ какое нибудь время, напр. въ минуту, камень, помѣщенный на разстояніи луны, и сравнить съ тѣмъ пространствомъ, на которое дѣйствительно приближается луна къ землѣ въ тоже время, и которое можно вычислить такъ, какъ показано въ превдидущемъ параграфѣ. Но если земная тяжесть и сила, заставляющая луну обращаться около земли, одно и тоже, то первая должна подчиняться тому же закону, какъ и послѣдняя, т. е. должна уменьшаться пропорціонально квадрату разстояні тѣла

отъ центра земли, потому что, какъ извѣстно изъ Физики, земля притягиваетъ къ себѣ тѣла такъ, какъ будто бы вся масса ея была сосредоточена въ центрѣ. Мы знаемъ, что тѣло, находящееся близь земной поверхности, т. е. на разстояніи земнаго радіуса отъ центра земли, проходитъ въ первую секунду паденія 16 фут.; поэтому если помѣстить его на разстояніи луны, т. е. въ 60 разъ дальше отъ центра земли, то тяжесть будетъ дѣйствовать на него въ 60^2 или въ 3600 разъ слабѣе, и оно пройдетъ въ одну секунду $\frac{16}{3600}$ фута, а слѣд. въ 60 секундъ или въ минуту 16 фут. (такъ какъ пройденныя пространства пропорціональны квадратамъ временъ). И такъ если луна движется около земли отъ дѣйствія тяжести, то она въ минуту должна приближаться къ землѣ на 16 фут. По предъидущему пространство, на которое приближается луна къ землѣ въ одну минуту, равняется $\frac{v^2}{2R}$, гдѣ v есть пространство, проходимое луной по ея орбитѣ въ минуту, R — разстояніе ея отъ центра земли. Такъ какъ время обращенія луны $= 39343$ мин., то $v = \frac{2\pi R}{39343}$, и $\frac{v^2}{2R} = \frac{2\pi^2 R}{39343^2}$. Подставивъ въ это выраженіе величину $R = 60$ земнымъ радіусамъ $= 60.\ 20000000$ фут. и произведя вычисленіе, найдемъ $\frac{v^2}{2R} =$ почти 16 фут. Слѣд. луна удерживается на орбитѣ силою земной тяжести.

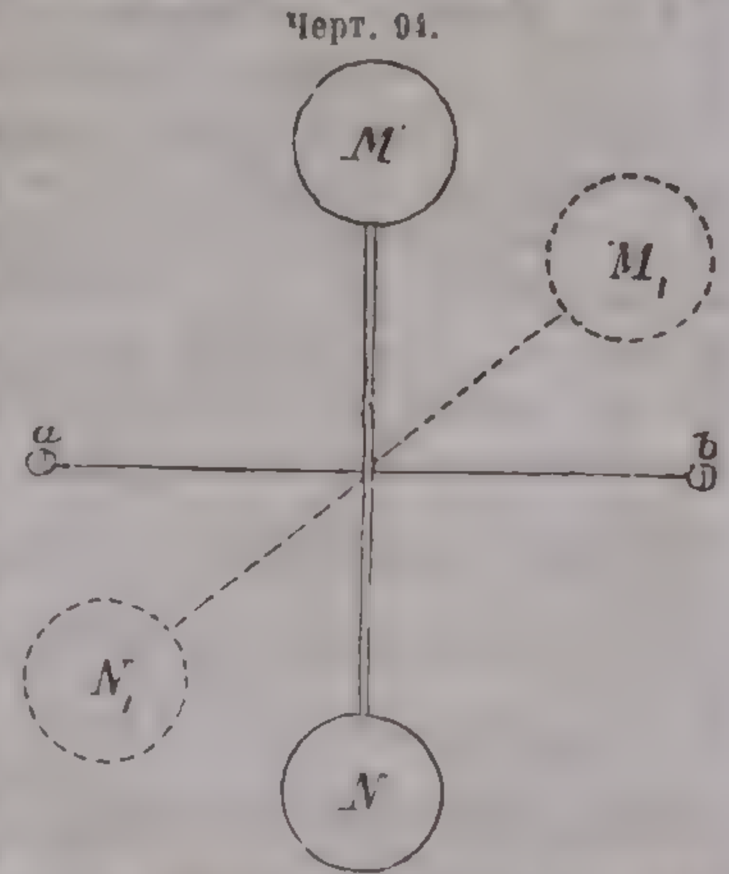
138. **Законъ всеобщаго тяготѣнія.** Такимъ образомъ тяжесть есть только частный случай того взаимнаго притяженія, которое оказываетъ солнце на планеты, планеты на солнце и одна на другую; а всѣ эти явленія суть частные случаи одного общаго закона природы, называемаго *закономъ всеобщаго тяготѣнія* и состоящаго въ томъ, что *всякія двѣ частицы вещества притягиваются взаимно съ силой, прямо пропорціональной произведенію ихъ массъ и обратно пропорціональной квадрату ихъ разстоянія.* Этотъ законъ открытъ Ньютономъ. Такимъ образомъ, если m и m_1 будутъ массы двухъ тѣлъ, находящихся другъ отъ друга на разстояніи r, то взаимное притяженіе ихъ $f = k.\ \frac{mm_1}{r^2}$, гдѣ k — постоянный коэффиціентъ, выражающій величину притяженія двухъ массъ, равныхъ единицѣ и помѣщенныхъ одна отъ другой на единицѣ разстоянія (такъ какъ при $m = m_1 = 1$ и $r = 1$, будемъ имѣть $f = k$).

Мы не замѣчаемъ взаимнаго притяженія тѣлъ на землѣ только потому, что оно чрезвычайно мало въ сравненіи съ притяженіемъ, оказываемымъ на нихъ землею; поэтому, чтобъ замѣтить взаимное притяженіе тѣлъ, должно расположить ихъ такимъ образомъ, чтобы тяжесть на нихъ не дѣйствовала, или же нужно взять одно тѣло, весьма легкоподвижное, напр. маленькій шарикъ, повѣшенный на тонкой нити, и помѣстить близь него тѣло, имѣющее очень большую массу.

Слѣдующіе опыты Кавендиша и Маскелина, англійскихъ ученыхъ прошедшаго столѣтія, ясно показываютъ существованіе взаимнаго притяженія тѣлъ и служатъ прямыми доказательствами справедливости закона Ньютона.

139. **Опытъ Кавендиша.** Кавендишъ, пользуясь идеей Митчеля, вѣшалъ на тонкой металлической нити, прикрѣпленной къ потолку закрытой комнаты, легкій деревянный прутъ, на концахъ котораго были помѣщены два небольшихъ шарика *a* и *b* (черт. 94), такъ чтобы точка привѣса прута къ нити совпадала съ центромъ его тяжести; такой рычагъ оставался въ равновѣсіи во всякомъ положеніи въ горизонтальной плоскости и тяжесть не могла привести его въ движеніе. На прочномъ коромыслѣ MN висѣли два массивныхъ шара изъ свинца, мѣди или другихъ веществъ. Когда коромысло MN находится въ положеніи, перпендикулярномъ къ *ab*, то большіе шары, дѣйствуя одинаково на *a* и *b*, не измѣняютъ положенія рычага *ab*. Но если повернуть коромысло въ положеніе M_1N_1, то дѣйствіе притяженія отклоняетъ прутъ *ab* отъ первоначальнаго положенія, шарики *a* и *b* приближаются къ N и M; еслибы нить не закручивалась, то *a* и *b* пришли бы въ соприкосновеніе съ N и M; но крученіе нити противодѣйствуетъ силѣ притяженія и прутъ остановится въ такомъ положеніи, когда сила крученія уравновѣситъ притяженіе. О положеніи прута судятъ, направляя зрительныя трубы на пластинки изъ слоновой кости, придѣланныя къ концамъ прута и снабженныя мелкими дѣленіями. Весь приборъ помѣщается въ пространствѣ закрытомъ, чтобъ избѣжать сотрясеній воздуха и измѣненій температуры.

Черт. 94.



140. Опытъ Маскелина. Въ 1772 г. Маскелинъ замѣтилъ, что гора Шеаллинъ въ Шотландіи притягиваетъ маятникъ и тѣмъ отклоняетъ его отъ вертикальнаго положенія. Онъ опредѣлилъ сначала астрономически, гдѣ долженъ быть зенитъ близь этой горы, потомъ опредѣлилъ зенитъ и положеніе вертикальной линіи изъ наблюденій; оказалась разница, объясняющаяся только притяженіемъ горы.

141. Масса и плотность земли. Опредѣливъ по размѣрамъ горы объемъ ея и зная среднюю плотность веществъ, изъ которыхъ она состоитъ, Маскелинъ вычислилъ ея вѣсъ; сравнивъ притяженіе горы, производящее отклоненіе маятника, съ притяженіемъ земли, онъ опредѣлилъ, во сколько разъ масса земли больше массы горы; а потомъ нашелъ и плотность земли; оказалось, что она въ $5^1/_2$ разъ больше плотности перегнанной воды. Т. къ какъ средняя плотность веществъ, составляющихъ земную кору, не болѣе 2, 6, то нужно заключить, что вещества, входящія въ составъ ядра земнаго шара, несравненно плотнѣе.

142. Масса и плотность солнца. Мы уже говорили, что тѣло, свободно падающее близь земной поверхности, пріобрѣтаетъ въ концѣ первой секунды паденія скорость 32,2 фута; это число и выражаетъ величину притяженія земли на единицу массы тѣла, помѣщеннаго на разстояніи земнаго радіуса отъ центра земли; еслибъ это тѣло находилось отъ земли на разстояніи солнца, т. е. на 24000 зем. рад., то земля притягивала бы его съ силою въ 24000^2 разъ меньше, и слѣд. притяженіе земли на единицу массы этого тѣла выразилось бы числомъ

$$\frac{32.2}{24000^2} = 0{,}000000056.$$

Но пространство, на которое земля приближается къ солнцу, въ одну секунду, равно, какъ мы видѣли, $\frac{v^2}{2R}$; а потому притяженіе, оказываемое солнцемъ на единицу массы тѣла, помѣщеннаго отъ него на разстояніи земли, равно $\frac{v^2}{R}$, гдѣ v — скорость земли = 28 верст. = 98000 фут., R — рад. земной орбиты = 20000000 геог. миль = 190000000000 фут. Подставивъ эти числа и сдѣлавъ вычисленіе, найдемъ $\frac{v^2}{R} = 0{,}0196$.

Такимъ образомъ отъ дѣйствія солнечнаго притяженія тѣло, помѣщенное на разстояніи 20000000 геог. миль отъ солнца, пріобрѣтаетъ въ концѣ первой секунды паденія скорость 0,0196 фут., а отъ дѣйствія притяженія земли — только 0,000000056

фут., поэтому *масса солнца* въ $\frac{0,0196}{0,000000056}$ или *въ 350000 разъ больше массы земли*: а такъ какъ объемъ солнца въ полтора милліона разъ больше объема земли, то *плотность солнца* $= \frac{350000}{1500000}$ = *почти* $^1/_4$ *плот. земли*, или почти въ полтора раза больше плотности перегнанной воды.

143. **Массы и плотности планетъ.** Если планета имѣетъ спутника, то массу ея опредѣлить не трудно. Зная разстояніе спутника отъ планеты и время его обращенія, опредѣлимъ величину притяженія, оказываемаго планетой на единицу массы спутника; потомъ, основываясь на законѣ тяготѣнія, вычислимъ, съ какой силой притягивала бы его планета, еслибъ онъ находился отъ нея на такомъ разстояніи, на какомъ находится земля отъ солнца, и сравнимъ величину этого притяженія съ притяженіемъ, которое оказываетъ солнце на землю; отношеніе этихъ чиселъ и будетъ равно отношенію массы планеты къ массѣ солнца. Приложимъ это къ опредѣленію массы Юпитера. Первый спутникъ его находится отъ планеты на разстояніи 66,55 зем. рад. = 1331000000 фут. и обращается около нея въ 1,77 сутокъ = 152928 секундъ.

Величина притяженія, оказываемаго Юпитеромъ на единицу массы спутника $= \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = \frac{4\pi^2 \,.\, 1331000000}{152928^2} = 2,246$ фута. Еслибы спутникъ былъ помѣщенъ на разстояніи 20000000 геог. миль = 490000000000 фут. отъ планеты, то притяженіе ея равнялось бы $\frac{2,246 \,.\, 1331000000^2}{490000000000^2} = 0,0000166$ фут. Но притяженіе солнца на единицу массы земли равно, какъ мы видѣли, 0,0196 фут.; слѣд. масса Юпитера $= \frac{0,0000166}{0,0196} = \frac{1}{1100}$ массы солнца = 339 мас. зем.

Что касается планетъ, не имѣющихъ спутниковъ, то ихъ массы опредѣляются изъ тѣхъ измѣненій, которыя каждая изъ нихъ производитъ своимъ притяженіемъ въ эллиптическомъ движеніи другихъ и величина которыхъ зависитъ отъ отношенія массы планеты къ массѣ солнца. Мы не можемъ здѣсь дать полной теоріи этого опредѣленія: замѣтимъ только, что опредѣливъ изъ наблюденій эти измѣненія или возмущенія, можно

вычислить и массу планеты. Зная массу и объемъ планеты, легко вычислить ея плотность.

Въ слѣдующей таблицѣ помѣщены массы и плотности планетъ относительно земли.

	масса	плот.
Меркурій.	0,17	2,94
Венера.	0,88	0,9
Земля.	1	1
Марсъ.	0,13	0,95
Юпитеръ.	339	0,23
Сатурнъ.	101	0,14
Уранъ.	15	0,18
Нептунъ.	24	0,2

Всѣ астероиды имѣютъ весьма малыя массы: масса луны $= \frac{1}{88}$.

Зная, что плотность земли $= 5\frac{1}{2}$, можно вычислить плотности планетъ относительно воды, и найдемъ, что Юпитеръ имѣетъ такую же плотность, какъ азотная кислота, а плотность Сатурна равна плотности еловаго дерева.

134. Массы кометъ. Что касается кометъ, то ихъ движеніе весьма часто измѣняется отъ притяженія планетъ, а сами онѣ не производятъ замѣтнаго вліянія на планеты; случилось даже, что одна комета прошла черезъ систему Юпитеровыхъ спутниковъ и нисколько не измѣнила ихъ движенія. Отсюда слѣдуетъ заключить, что массы кометъ чрезвычайно малы.

135. Тяжесть на поверхности солнца, планетъ и спутниковъ. Такъ какъ солнце, планеты и спутники взаимно другъ друга притягиваютъ, то каждое изъ этихъ тѣлъ должно оказывать притяженіе и на тѣла, находящіяся на его поверхности или близь ней. Такимъ образомъ тѣло, находящееся близь поверхности солнца или планеты и ничѣмъ неподдерживаемое, падаетъ; если же противопоставить ему какое нибудь препятствіе, то оно давитъ на это препятствіе — имѣетъ вѣсъ. Притяженіе планеты зависитъ отъ ея массы и разстоянія тѣла отъ ея центра, то есть отъ ея радіуса; потому скорость паденія и вѣсъ тѣлъ на каждой планетѣ будутъ различны, и если мы вообразимъ какое нибудь тѣло перенесеннымъ съ земли на солнце, Юпитеръ и т. под., то оно не будетъ вѣсить столько же, сколько вѣсило на землѣ. Зная массу и радіусъ планеты, можно вычислить напряженіе тяжести на ея поверхности. Приведемъ это вычисленіе для солнца. Масса солнца въ 350000 разъ больше земной; поэтому, еслибъ солнце имѣло такіе же размѣры,

какъ земля, то тяжесть на немъ была бы въ 355000 разъ больше, чѣмъ на землѣ; но его радіусъ = 112 рад. земли, и какъ притяженіе обратно пропорціонально квадрату разстоянія притягиваемаго тѣла отъ центра притягивающаго, то тяжесть на солнцѣ въ $\frac{350000}{112^2}$ или въ 28 разъ сильнѣе, чѣмъ на землѣ. Такимъ образомъ тѣло, вѣсящее на землѣ пудъ, будучи перенесено на солнце, вѣсило бы столько, сколько вѣситъ на землѣ гиря въ 28 пудовъ; если мы имѣемъ пружинные вѣсы, каждое дѣленіе которыхъ соотвѣтствуетъ одному пуду, то гиря въ два пуда вытянетъ пружину до втораго дѣленія; на поверхности солнца та же самая гиря вытянула бы пружину до 56-го дѣленія. Тѣло, свободно падающее близъ поверхности солнца, проходитъ въ первую секунду 450 футовъ.

Подобнымъ образомъ нашли, что, принимая напряженіе тяжести на землѣ за единицу,

тяжесть	на Меркуріи	=	1,15
»	» Венерѣ	=	0,91
»	» Марсѣ	=	0,5
»	» Юпитерѣ	=	2,45
»	» Сатурнѣ	=	1,09
»	» Уранѣ	=	1,05
»	» Нептунѣ	=	1,1
»	» Лунѣ	=	0,16.

146. Возмущенія планетныхъ движеній. Еслибы планеты были подвержены только притяженію солнца, то онѣ въ своихъ движеніяхъ строго бы подчинялись законамъ Кеплера; но планеты также притягиваютъ другъ друга и отъ этого движеніе ихъ усложняется; онѣ уже не описываютъ правильныхъ эллипсисовъ и подвергаются такъ называемымъ *возмущеніямъ* или *пертурбаціямъ*. Эти возмущенія въ особенности замѣтны въ движеніи кометъ, пути которыхъ иногда совершенно измѣняются, если комета проходитъ вблизи большой планеты. Подобнымъ образомъ измѣняются и движенія спутниковъ вслѣдствіе того, что эти послѣдніе притягиваются не только планетою, но и солнцемъ.

147. Открытіе планеты Нептунъ. Французскій ученый Бувардъ, сравнивая таблицы движенія Урана, составленныя Лапласомъ, въ которыхъ опредѣлялось положеніе этой планеты для различнаго времени, нашелъ, что онѣ не согласны съ наблюденіями; возмущенія, которымъ подвергалось движеніе Урана, никакъ не могли быть объяснены дѣйствіемъ Юпитера, Сатурна и другихъ извѣстныхъ планетъ, какъ полагалъ Лапласъ; поэтому Бу-

варъ напалъ на мысль, что эти возмущенія слѣдуетъ приписать вліянію новой, неизвѣстной еще, планеты, находящейся за Ураномъ, и діаметръ орбиты которой, на основаніи закона Боде, долженъ быть вдвое болѣе діаметра орбиты Урана. Послѣ Бувара этимъ же предметомъ занялся Леверрье, и убѣдившись, что новая планета должна существовать дѣйствительно, онъ изъ наблюденій надъ возмущеніями опредѣлилъ ея разстояніе, массу и даже мѣсто, гдѣ она будетъ видна на небѣ въ данное время. Когда эти изслѣдованія были обнародованы, то 11 Сентября 1846 г. берлинскій астрономъ Галле направилъ телескопъ на точку неба, указанную Леверрье, и дѣйствительно нашелъ планету на разстояніи только 1° отъ того мѣста, которое назначалъ ей Леверрье. Одновременно съ Леверрье та же планета была открыта Адамсомъ, въ то время студентомъ Кембриджскаго университета. Это открытіе Нептуна представляетъ самое блистательное подтвержденіе Ньютонова закона всеобщаго тяготѣнія.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФІЯ.

---

1. Разсматривая землю какъ отдѣльное цѣлое мы отличаемъ въ ней три части: 1) часть твердую—сушу, 2) часть жидкую—океаны, моря, озера, рѣки и источники и 3) газообразную часть—атмосферу. Поэтому и Физическая Географія естественно распадается на три отдѣла: геологію, гидрографію и метеорологію.

I.

СУША.

2. **Распредѣленіе суши на поверхности земли.** Съ перваго взгляда на земной глобусъ или на карту можно замѣтить, что суша занимаетъ меньшую часть земной поверхности, именно около $^1/_4$ ея; большая же часть ея, около трехъ четвертей, покрыта водою. Вода, окружая сушу со всѣхъ сторонъ, дѣлитъ ее на нѣсколько большихъ и множество малыхъ массъ. Большія массы суши наз. *материками*, а малыя—*островами*. Материки суть слѣдующіе:

1. Восточный материкъ или Старый Свѣтъ, лежащій къ O отъ Ферскаго меридіана и заключающій въ себѣ три части свѣта: Европу, Азію и Африку.

2. Западный материкъ или Новый Свѣтъ, къ W отъ Ферскаго меридіана, заключающій Сѣверную и Южную Америку.

3. Южный материкъ — Новая Голландія или материкъ Австраліи.

4. Антарктическій материкъ, состоящій изъ земель, облегающихъ южный полюсъ.

Вся масса суши распредѣлена на поверхности земли неравномѣрно: въ N полушаріи ея втрое больше, чѣмъ въ S. Эта противоположность дѣлается еще замѣтнѣе, если раздѣлить земной шаръ на два полушарія плоскостью, пересѣкающею экваторъ подъ угломъ 45° въ двухъ точкахъ, къ сѣверу отъ Мозамбикскаго пролива и около береговъ Перу. Одно полушаріе можно было бы тогда назвать *континентальнымъ* или *материковымъ*, а другое *пелагическимъ* или *морскимъ*. Въ срединѣ континентальнаго полушарія будетъ находиться Европа, въ срединѣ морскаго—острова Австраліи.

3. **Очертаніе материковъ.** На первый взглядъ очертаніе материковъ не представляетъ никакой правильности, но при внимательномъ разсматриваніи въ формахъ ихъ можно замѣтить нѣкоторыя черты сходства. Еще въ 16-мъ столѣтіи *Бэконъ Верудамскій* высказалъ ту мысль, что всѣ материки къ N постепенно расширяются и сближаются между собою, къ S наоборотъ съуживаются и удаляются другъ отъ друга, оканчиваясь крутыми и скалистыми мысами, далеко вдающимися въ море. Такъ напр. Африка оканчивается мысомъ *Доброй Надежды*, S Америка мысомъ *Горнъ*, Австралія—островомъ *Ванъ-Дименовой земли*. То же самое явленіе можно замѣтить и въ полуостровахъ Восточной и Западной Индіи, Аравіи, Калифорніи, Камчатки, Испаніи, Италіи, Греціи и Скандинавскомъ; исключеніе представляетъ только одна Ютландія.

Другая общая черта сходства всѣхъ материковъ состоитъ въ томъ, что около каждаго материка, къ O отъ S его оконечности, лежитъ или одинъ большой островъ или цѣлая группа ихъ. Подтвержденіемъ этого служатъ Фалкландскіе острова въ Америкѣ, Мадагаскаръ въ Африкѣ, Цейлонъ въ Азіи и острова Новой Зеландіи въ Австраліи. Напротивъ W берегъ каждаго материка имѣетъ глубокій выгибъ, образующій обширные заливы, примѣромъ чего можетъ служить выгибъ W берега S Америки у береговъ Перу и Чили и Гвинейскій заливъ въ Африкѣ. Нѣтъ сомнѣнія, что эти черты сходства не могли произойти случайно, но вѣроятно зависѣли отъ общихъ причинъ,

существовавшихъ при образованіи материковъ; однако же до сихъ поръ объ этомъ предметѣ неизвѣстно ничего достовѣрнаго.

Мы не будемъ останавливаться на исчисленіи другихъ сходныхъ чертъ между материками, тѣмъ болѣе, что онѣ не въ такой степени общи и не такъ ярко бросаются въ глаза, какъ предыдущія; упомянемъ только объ указанной Гумбольдтомъ замѣчательной параллельности береговъ Атлантическаго океана. Вездѣ выдающаяся часть одного берега соотвѣтствуетъ углубленію другаго и наоборотъ; такъ выдавшейся части Бразильскаго берега, оканчивающейся мысомъ Св. Рока, соотвѣтствуетъ Гвинейскій заливъ въ Африкѣ; выдавшейся части Африканскаго берега, оканчивающейся Зеленымъ мысомъ, соотвѣтствуетъ Мексиканскій заливъ въ Америкѣ и проч.

Несравненно большее значеніе, по мнѣнію знаменитаго географа Карла Риттера, имѣютъ тѣ различія, которыя существуютъ въ протяженіи и очертаніи материковъ. Протяженіе материка вдоль параллелей или по меридіану, обусловливая главнымъ образомъ сходство или различіе въ климатическихъ условіяхъ, имѣетъ важное значеніе относительно развитія органической природы. Такъ материкъ Стараго Свѣта, главная масса котораго вытянулась въ длину отъ W къ O, представляетъ по крайней мѣрѣ для Европы и Азіи сравнительно меньшее разнообразіе климатовъ, а слѣд. и органическихъ формъ, чѣмъ материкъ Америки, идущій отъ N къ S черезъ всѣ возможные климаты отъ холоднаго до тропическаго.

Съ другой стороны наружное очертаніе или такъ называемая *береговая линія*, по мнѣнію Риттера, имѣло весьма важное значеніе для цивилизаціи человѣческихъ обществъ. Нетрудно замѣтить, что нѣкоторые изъ материковъ при большой поверхности имѣютъ весьма простое очертаніе береговъ; другіе наоборотъ при относительно небольшомъ протяженіи имѣютъ [illegible] извилистую береговую линію, представляющую [illegible] заливовъ и полуострововъ. Примѣромъ перваго рода можетъ служить Африка, а втораго — Европа. Длина береговой линіи Европы равна 4300 миль при 160092 кв. миль поверхности. Длина береговой линіи Африки = [illegible] миль при [illegible] кв. [illegible]

верхности, такъ что 1 миля берега приходится для Европы на 37 миль, а для Африки на 156 миль поверхности. Развитіе береговой линіи, по мнѣнію Риттера, благопріятствуя мореплаванію и торговлѣ, должно было имѣть сильное вліяніе на духовное развитіе человѣка. Дѣйствительно, исторія показываетъ, что страны съ извилистою береговою линіею прежде другихъ сдѣлались колыбелью цивилизаціи.

4. **Острова**. По мнѣнію Леопольда Буха острова можно раздѣлить на *континентальные* или *продолговатые* и *морскіе* или *круглые*. Континентальные острова лежатъ обыкновенно вблизи материковъ и какъ по свойству почвы, такъ по своей флорѣ и фаунѣ сходны съ прилегающими къ нимъ материками; берега ихъ большею частью параллельны берегамъ этихъ послѣднихъ. По всей вѣроятности острова эти составляли нѣкогда часть суши и только въ послѣдствіи оторваны отъ нея или вулканическими силами или напоромъ воды. Къ континентальнымъ островамъ въ Европѣ принадлежатъ всѣ ея острова, за исключеніемъ Исландіи; въ Африкѣ одинъ только Мадагаскаръ, въ Америкѣ Гренландія съ прилежащими къ ней островами, Огненная земля и проч.; въ Австраліи всѣ острова, лежащіе по восточному берегу Новой Голландіи, какъ то Новая Зеландія, Норфолькъ, Новая Гвинея и другіе.

5. Совершенно другой характеръ представляютъ морскія острова, находящіеся обыкновенно среди океановъ въ дальнемъ разстояніи отъ материковъ. Бухъ подраздѣляетъ ихъ на два отдѣла, совершенно отличные другъ отъ друга, *высокіе* и *низкіе* или *коралловые острова*. Высокіе круглые острова суть не что иное, какъ выдающіяся изъ волнъ океана вершины большихъ горъ; они гораздо многочисленнѣе низкихъ. Лучшій примѣръ этихъ островов представляютъ Канарскіе, лежащіе около западнаго берега Африки. Каждый изъ нихъ поднимается надъ моремъ въ видѣ усѣченнаго конуса, представляющаго вмѣсто плоскости верхняго сѣченія углубленіе, называемое *кальдерою*; отъ краевъ кальдеры опускаются къ морю въ видѣ радіусовъ глубокія долины, наз. *баранкосами*, которыя постепенно съуживаются по мѣрѣ приближенія къ кальдерѣ, причемъ нѣкоторыя

изъ баранкосовъ доходятъ до самой кальдеры, другія совершенно не имѣютъ сообщенія съ нею. На основаніи этихъ данныхъ Бухъ объясняетъ происхожденіе этихъ острововъ дѣйствіемъ внутреннихъ вулканическихъ силъ. Внутренняя жидкая масса сначала приподняла дно моря, а потомъ прорвала его; выливавшаяся и остывшая лава образовала дно кальдеры, края которой суть края приподнятой коры, а баранкосы суть трещины, образовавшіяся во время поднятія. Впрочемъ нѣкоторые высокіе острова имѣютъ не всѣ эти части; такъ островъ Св. Елены представляетъ только часть края кальдеры, которая при образованіи острова или не возвысилась надъ поверхностью моря или обрушилась въ послѣдствіи.

6. Круглые низкіе острова поднимаются на весьма незначительную высоту надъ поверхностью океана и обязаны своимъ происхожденіемъ *полипамъ* *). Острова эти находятся только въ тропическихъ моряхъ, такъ какъ высокая температура воды составляетъ одно изъ необходимыхъ условій для жизни этихъ животныхъ. Англійскій натуралистъ Чарльзъ Дарвинъ, подробно изслѣдовавшій эти острова, раздѣляетъ ихъ на три класса: 1) *атоллы* или собственно низкіе острова, 2) *коралловые рифы* или гряды и 3) *коралловыя мели*.

Атоллы состоятъ большею частію изъ кольцеобразной полосы земли, шириною отъ одной до четырехъ верстъ, заключающей круглый бассейнъ воды, наз. *лагуною*. Діаметръ лагуны равняется иногда одной или двумъ, а иногда сорока, пятидесяти и даже цѣлой сотнѣ верстъ; кольцо никогда не бываетъ сплошное; обыкновенно на сторонѣ, противоположной господствующимъ вѣтрамъ, находится одинъ или нѣсколько узкихъ проходовъ, позволяющихъ судамъ входить въ лагуну, гдѣ они находятъ превосходную гавань, потому что глубина лагуны вообще около 30 саженъ, тогда какъ глубина моря даже въ

---

*) Полипы суть маленькія студенистыя животныя, живущія колоніями; каждый индивидуумъ имѣетъ особое помѣщеніе, состоящее изъ известковой трубочки, выдѣляемой самимъ полипомъ.

незначительномъ удаленіи отъ внѣшняго края острова весьма велика. Волны океана при большихъ приливахъ набрасываютъ на атоллъ песокъ, растенія и органическіе остатки, которые, сгнивая, образуютъ тонкій слой чернозема, благопріятствующій роскошной растительности, обыкновенно покрывающей атоллы. Къ такимъ островамъ принадлежатъ Мальдивскіе и Лакедивскіе и большинство острововъ Тихаго океана отъ береговъ Новой Голландіи до острововъ Товарищества.

Коралловыми рифами или *грядами* наз. возвышающіяся надъ уровнемъ моря коралловыя стѣны, идущія параллельно берегамъ материка или отдѣльныхъ острововъ на разстояніи нѣсколькихъ верстъ отъ нихъ; море, находящееся между рифами и берегомъ, подобно лагунѣ атолловъ, имѣетъ глубину около 30 сажень, между тѣмъ какъ глубина моря при внѣшнемъ краѣ рифа быстро возрастаетъ. Больщіе коралловые рифы такого рода находятся на восточномъ берегу Новой Голландіи, Новой Гвинеи и проч.

Коралловыя мели образуются обыкновенно возлѣ береговъ большихъ материковъ на небольшомъ разстояніи отъ нихъ, такъ что представляются какъ бы подводнымъ продолженіемъ самыхъ береговъ. Такія мели находятся больше на восточной сторонѣ материковъ, на островахъ Мексиканскаго залива, Кубѣ, Ямайкѣ, и даже въ широтѣ 30° на островахъ Бермудскихъ, гдѣ весь край берега почти покрытъ коралловыми камнями.

7. По мнѣнію Дарвина коралловые острова происходятъ слѣдующимъ образомъ: коралловые полипы, живущіе только до извѣстной глубины въ теплыхъ тропическихъ моряхъ, воздвигаютъ строенія свои вездѣ, гдѣ только находятъ себѣ опору, напр. на подводной части берега материка или острова, или наконецъ на вершинѣ подводной горы, находящейся не на очень большой глубинѣ ниже уровня моря. Если уровень моря въ этомъ мѣстѣ не измѣняется, то постройки коралловъ произведутъ коралловую мель. Но если дно моря будетъ понижаться, что, какъ увидимъ дальше, и дѣйствительно существуетъ для нѣкоторыхъ мѣстъ земли, то могутъ произойти или рифы или атоллы, смотря потому, расположена ли была коралловая мель

близъ острова или близъ материка. Если основаніемъ служилъ берегъ острова, то при постепенномъ пониженіи его, кораллы, достроивая свои зданія до уровня моря, произведутъ сначала около острова кольцеобразный рифъ, который сдѣлается атолломъ съ лагуною въ серединѣ, когда островъ совсѣмъ исчезнетъ подъ уровнемъ моря. Если же основаніемъ служила подводная часть материка или большаго острова, то произойдутъ только коралловые рифы.

8. **Рельефъ суши.** Рельефъ суши, т. е. протяженіе ея въ вертикальномъ направленіи, представляетъ такое же разнообразіе и неправильность, какъ и ея очертанія. Въ иныхъ мѣстахъ обширныя пространства суши не представляютъ большихъ неровностей, въ другихъ наоборотъ перерѣзаны въ различныхъ направленіяхъ возвышеніями, часто достигающими значительной высоты: мѣстности перваго рода наз. *равнинами*, втораго—*гористыми мѣстами*. Равнины бываютъ *высокія* и *низкія*, смотря потому, какова ихъ *абсолютная* высота, т. е. высота надъ уровнемъ океана. Равнина, которой высота не превосходитъ 1000 футовъ, наз. *низкою равниною* или *низменностью*; если же высота равнины болѣе 1000 футовъ, то она наз. *высокою равниною* или *плоскою возвышенностью* (plateau). По своимъ физическимъ свойствамъ равнины носятъ особыя названія. Безводныя равнины, лишенныя всякой растительности и покрытыя большей частью пескомъ, наз. *пустынями*. Такова въ Африкѣ Сахара, въ Азіи пустыни каменистой Аравіи, Гоби или Шамо и др. Безлѣсныя равнины, лѣтомъ покрывающіяся травою, въ западной Европѣ наз. *ландами*, у насъ въ Россіи *степями*. Влажныя равнины N Америки, покрытыя высокою и густою травою, наз. *саваннами*. Равнины сѣверной части S Америки, представляющія песчаныя степи въ сухое время года, но покрывающіяся въ другую половину года роскошною растительностью, наз. *льяносами*; таковы равнины, лежащія около Ориноко. Равнины другихъ частей S Америки, совершенно безлѣсныя, но покрытыя цѣлый годъ густою травою, наз. *пампасами*.

9. Отдѣльныя возвышенія нѣкоторыхъ мѣстъ суши наз. *гол-*

мами или *горами*, смотря по бо́льшей или меньшей высотѣ ихъ надъ прилежащею мѣстностью. Высшая точка горы наз. ея *вершиною*, основаніе ея—*подошвою*; а поверхности, соединяющія вершину горы съ подошвою,—*склонами*. Уголъ, составляемый склономъ горы съ горизонтальною плоскостью, наз. *покатостью склона*.

Горы рѣдко стоятъ отдѣльно; въ бо́льшей части случаевъ онѣ бываютъ соединены между собою и представляютъ такимъ образомъ линейное возвышеніе суши въ извѣстномъ направленіи, наз. *горнымъ хребтомъ* или *кряжемъ*. Если нѣсколько горныхъ кряжей идутъ параллельно другъ другу, то они составляютъ *горную цѣпь* и тогда названіе хребта дается наиболѣе высокому кряжу, другіе наз. *отрогами* или *второстепенными горными хребтами*; углубленія, отдѣляющія хребты другъ отъ друга, наз. *долинами* и раздѣляются, смотря по ихъ направленію, на *продольныя* и *поперечныя*.

Если долина имѣетъ направленіе, параллельное направленію хребта, то она наз. *продольною*; если же направленіе ея пересѣкаетъ направленіе хребта, то—*поперечною*. Долины, окруженныя со всѣхъ сторонъ горами, наз. *котловинами*.

Въ распредѣленіи горныхъ цѣпей на земной поверхности не существуетъ, какъ кажется, никакого общаго закона; горныя цѣпи составляютъ повидимому отдѣльныя системы, рѣзко одна отъ другой отличающіяся. Можно упомянуть впрочемъ о нѣкоторомъ общемъ различіи между рельефомъ Стараго и Новаго Свѣта.

Именно въ цѣпяхъ Стараго Свѣта бо́льшіе склоны ихъ обращены къ N, а меньшіе къ S; въ Новомъ же бо́льшіе и отлогіе склоны идутъ къ O, а меньшіе и крутые къ W; кромѣ того Старый Свѣтъ можетъ быть названъ страной горъ и возвышенностей, а Новый—страной равнинъ. Такъ самыя высочайшія горы земной поверхности находятся въ Азіи, а плоскія возвышенности достигаютъ тамъ высоты отъ 4000 до 5000 футовъ надъ уровнемъ моря.

Найдено, что плоскія возвышенности и горы Азіи составляютъ $^5/_7$ ея поверхности и только $^2/_7$ ея приходится на равни

ны. Въ Африкѣ высокія страны занимаютъ $^2/_3$, а низменныя только $^1/_3$ поверхности. Наоборотъ въ Америкѣ $^2/_3$ поверхности приходится на равнины и $^1/_3$ на возвышенности. Наибóльшей высоты надъ уровнемъ Океана достигаютъ Гималайскія горы въ Азіи, между которыми найдена высочайшая изъ всѣхъ до сихъ поръ извѣстныхъ горъ — *Гауризанкаръ*, имѣющая 28875 футовъ или болѣе 8 вер. абсолютной высоты. Послѣ Гималайскихъ горъ самыми высокими считаются Анды Южной Америки, средняя высота которыхъ равна 21000 ф., затѣмъ Кавказскія горы въ 16700 ф., Альпійскія въ 14800 ф. и Пиренейскія, достигающія 10700 ф., Мы увидимъ въ послѣдствіи, что какъ материки, такъ и горные кряжи подняты внутренними силами въ различное время.

При опредѣленіи относительной древности поднятія горныхъ кряжей по окаменѣлостямъ органическихъ остатковъ въ составляющихъ ихъ пластахъ, оказалось, что существуетъ слѣдующая связь между древностью поднятія и высотою поднятыхъ кряжей: чѣмъ древнѣе кряжъ, тѣмъ менѣе его высота.

Такъ къ самымъ древнимъ горнымъ системамъ принадлежатъ системы Нижняго Рейна — Гундсрикъ и Таунусъ, а высота ихъ не болѣе 2600 фут. Поэтому страны, имѣющія болѣе высокіе горные хребты, должны считаться странами позднѣйшаго образованія и слѣд. названіе Новаго Свѣта, данное Америкѣ, справедливо не только въ отношеніи къ позднѣйшему ея открытію, но и къ позднѣйшему ея образованію.

10. Внутренній составъ суши. Твердая поверхность земли состоитъ изъ большихъ минеральныхъ массъ или горныхъ породъ различнаго строенія и различнаго образованія.

Кряжи горъ состоятъ бóльшею частью изъ плотныхъ минеральныхъ массъ кристаллическаго сложенія; почва равнинъ и низменностей изъ породъ менѣе твердыхъ, необнаруживающихъ кристаллическаго сложенія, песку, глины, вообще изъ такихъ веществъ, которыя могли образоваться отъ разрушенія кристаллическихъ горныхъ породъ, составляющихъ горные кряжи. Сверхъ того вездѣ, гдѣ обнажается внутренняя часть почвы, напр. на берегахъ рѣкъ, овраговъ и проч., можно видѣть, что

различныя породы, изъ которыхъ она состоитъ, расположены одна подъ другой слоями или пластами, совершенно сходными съ тѣми, которые и понынѣ образуются въ устьяхъ рѣкъ, на днѣ озеръ, прудовъ и проч. черезъ осажденіе изъ воды песку, илу и другихъ веществъ. Поэтому надо полагать, что породы, расположенныя слоями, образовались точно такимъ же образомъ и слѣд. находились нѣкогда подъ водою; подтвержденіемъ такого заключенія служитъ то, что въ нихъ находятся остатки такихъ животныхъ, которыя могутъ существовать только подъ водою, напр. раковины, кораллы. Такъ какъ направленіе пластовъ не вездѣ горизонтально, напротивъ въ мѣстахъ гористыхъ пласты эти различнымъ образомъ подняты, изогнуты и иногда даже разорваны выступающею на поверхность земли породою кристаллическаго сложенія, то должно допустить, что поднятіе ихъ произошло послѣ того, какъ они образовались. Всѣ горныя породы, изъ которыхъ состоитъ поверхность суши, можно раздѣлить на породы *огненнаго происхожденія* или *плутоническія* и породы *осадочныя* или *нептуническія*.

Первыя образовались отъ охлажденія огнежидкихъ массъ, поднятыхъ на поверхность земли вулканическими силами. Поэтому онѣ представляютъ твердыя массы, имѣющія болѣе или менѣе кристаллическій видъ безъ всякаго напластованія и никогда не заключаютъ органическихъ остатковъ. Къ нимъ принадлежатъ *граниты, сіениты, порфиры, діориты, трахиты, базальты и лавы*.

Осадочныя породы образовались черезъ осажденіе твердыхъ частей разрушенныхъ огненныхъ породъ изъ различныхъ растворовъ, находившихся на поверхности земли; онѣ всегда представляются въ видѣ пластовъ, не имѣютъ кристаллическаго строенія и заключаютъ органическіе остатки. Главныя составныя части ихъ суть песокъ, глина и известь, перемѣшанныя въ разныхъ мѣстахъ въ различныхъ пропорціяхъ.

Время образованія пластовъ различныхъ осадочныхъ породъ, понятно, не могло быть одно и то же: тѣ пласты, которые лежатъ ниже, очевидно, должны были существовать во время образованія верхнихъ, и потому относительное положеніе плас-

товъ можетъ служить для определенія относительной древности образованія ихъ; чѣмъ ниже лежитъ пластъ горной породы, тѣмъ онъ древнѣе. Но еще лучшее средство для опредѣленія древности пластовъ представляетъ сравненіе окаменѣлыхъ органическихъ остатковъ, въ нихъ заключающихся. Разсматриваніе этихъ остатковъ доказываетъ, что въ различныя эпохи существованія земли существовали животныя и растенія, отличныя отъ нынѣшнихъ, и что вообще различіе это становится тѣмъ больше, чѣмъ древнѣе время образованія пласта.

Принимая во вниманіе порядокъ напластованія и характеръ окаменѣлостей, различные ученые вслѣдствіе многочисленныхъ наблюденій опредѣлили наконецъ порядокъ, въ которомъ образовались одна за другой различныя системы пластовъ или *формаціи*.

11. Обыкновенно вершины и внутренность горныхъ кряжей занимаетъ или гранитъ, какъ напр. въ Альпахъ, или трахитъ въ Кордильерахъ, на Кавказѣ и проч.; скаты же горъ покрыты пластами осадочныхъ породъ, наклоненными отъ вершины хребта къ его основанію, и при этомъ замѣчательно то, что осадочныя формаціи, непосредственно прилегающія къ огненной породѣ, отличаются отъ формацій, лежащихъ дальше отъ нея; хотя слоистое строеніе въ нихъ сохраняется хорошо, но они уже не содержатъ ни малѣйшихъ слѣдовъ органическихъ остатковъ и имѣютъ кристаллическую форму. На основаніи этого признака эти слои наз. *кристаллическими сланцами*; къ нимъ принадлежатъ *гнейсъ* (пластовый гранитъ), *глинистый сланецъ*, *слюдяный сланецъ*, *переходный известнякъ* и пр.

По мнѣнію англійскаго ученаго Ляйеля эти формаціи суть осадочные пласты, измѣненные отъ дѣйствія сильнаго жара плутоническихъ породъ, прилегающихъ къ нимъ. Дѣйствительно, вездѣ, гдѣ огненная порода разрывала осадочные пласты, эти послѣдніе являются измѣненными; органическіе остатки въ нихъ или разрушены до послѣдняго слѣда или значительно измѣнены. Такіе измѣненные осадочные пласты наз. *метаморфическими*.

За метаморфическими пластами слѣдуютъ осадочныя формаціи въ слѣдующемъ порядкѣ:

1. Переходныя формаціи: Силурійская и Девонская.

2. Вторичныя или флецовыя формаціи: каменноугольная, Пермская, Тріассовая, Юрская и мѣловая.

3. Третичныя формаціи, и наконецъ
4. Наносныя формаціи — древнѣйшія и новѣйшія.

Силурійская формація получила свое названіе отъ провинціи Англіи, занятой нѣкогда древнимъ народомъ Силурами, въ которой она была въ первый разъ открыта. Она состоитъ изъ нѣсколькихъ пластовъ, изъ которыхъ самый верхній — известнякъ — содержитъ въ большомъ числѣ окаменѣлости такихъ животныхъ, которыя совершенно отличны отъ всѣхъ, нынѣ существующихъ, породъ. Въ Россіи эта формація занимаетъ нижніе слои земли въ окрестностяхъ Петербурга и по берегамъ Балтійскаго моря и замѣчательна въ томъ отношеніи, что на ней прямо лежатъ новѣйшія формаціи. Вообще надо замѣтить, что не во всѣхъ мѣстахъ земли существуетъ вышеизложенный рядъ формацій отъ перваго до послѣдняго; наоборотъ всегда недостаетъ нѣкоторыхъ, но всѣ существующія слѣдуютъ вышеизложенному порядку. Недостатокъ одной или нѣсколькихъ формацій можетъ происходить отъ того, что, въ эпоху образованія этой формаціи, мѣсто, гдѣ ея нѣтъ, находилось выше поверхности моря.

За Силурійской формаціей слѣдуетъ Девонская, получившая свое названіе отъ графства Девоншейръ въ Англіи, въ которомъ она была открыта въ первый разъ. Эта формація, подобно предъидущей, состоитъ изъ песчаника и известняка; но она первая заключаетъ остатки рыбъ, впрочемъ такихъ, какихъ въ настоящее время не существуетъ.

Третья формація — каменноугольная лежитъ обыкновенно на самомъ верхнемъ пластѣ Девонской формаціи, состоящемъ изъ древняго краснаго песчаника; она содержитъ различные виды ископаемаго угля отъ *лигнита* или *бураго угля* до *настоящаго каменнаго угля* и *антрацита*.

Каменный уголь расположенъ пластами въ нѣсколько футовъ толщиною и перемежается слоями глины и песчаника, которые также содержатъ множество остатковъ растительнаго царства. Такъ какъ предъидущія формаціи содержатъ только остатки животныхъ, притомъ такихъ, которые могутъ жить только въ океанахъ, и совершенно не заключаютъ остатковъ растеній, то мы должны предположить, что въ періодъ образованія Силурійской и Девонской формацій почти всѣ нынѣшніе материки находились еще подъ водою, и только въ періодъ каменноугольной формаціи поднялись изъ глубины моря и покрылись растеніями. Растенія эти, какъ можно судить по остаткамъ ихъ, принадлежали къ семействамъ однодольныхъ и тайнобрачныхъ, растущихъ въ настоящее время въ тропическихъ странахъ, и пото-

му слѣдуетъ предположить, что въ эпоху каменноугольной формаціи температура внѣ тропическихъ странъ была не ниже теперешней температуры странъ тропическихъ. Что касается до вопроса, какимъ образомъ эти растенія были измѣнены въ каменный уголь, то его до настоящаго времени не удалось еще разрѣшить вполнѣ удовлетворительно.

Изъ того, что слои каменнаго угля перемежаются съ слоями песчаника и глины, содержащими остатки раковинъ, слѣдуетъ заключить, что измѣненіе растеній въ каменный уголь происходило подъ водою и, вѣроятно, подъ сильнымъ давленіемъ новыхъ слоевъ, образовавшихся поверхъ слоя, содержавшаго растенія. Поэтому надо допустить, что или страны, находившіяся надъ водою и покрытыя роскошною растительностью, снова опустились на дно океана, или что громадныя деревья, росшія близъ береговъ рѣкъ, увлекаемы были водою и осаждались при устьяхъ ихъ (подобно тому какъ это и теперь происходитъ при устьяхъ Миссисипи), и будучи покрываемы пескомъ и иломъ, осаждаемыми рѣчною водою, мало по малу превратились въ каменный уголь.

Выше каменноугольной формаціи лежатъ еще четыре, принадлежащія вмѣстѣ съ каменноугольной къ вторичнымъ формаціямъ: Пермская, Тріассовая, Юрская и мѣловая. Онѣ представляютъ пласты песчаника, известняка и глины, отличающіеся одинъ отъ другаго мелкостью зеренъ, цвѣтомъ и главнымъ образомъ заключенными въ нихъ остатками животнаго царства. Верхніе слои вторичныхъ формацій содержатъ остатки растеній въ несравненно меньшемъ количествѣ, чѣмъ каменноугольная; самыя растенія принадлежатъ уже къ различнымъ семействамъ двудольныхъ, которыя и понынѣ существуютъ на поверхности земли, и наконецъ эти остатки измѣнены не въ каменный уголь, а въ бурый. Равнымъ образомъ и остатки животныхъ обнаруживаютъ болѣе сходства съ нынѣ существующими; появляются остатки животныхъ высшей организаціи: рыбъ, крокодиловъ, ящерицъ, черепахъ, птицъ и пр.

Третичная формація въ нижнихъ ярусахъ содержитъ остатки родовъ животнаго и растительнаго царства, не существующихъ въ настоящее время, но въ верхнихъ появляются и нынѣшнія формы.

Наконецъ выше третичной находится наносная формація, состоящая изъ двухъ формацій — древнѣйшей и новѣйшей. Первая образовалась отъ причинъ, нынѣ не дѣйствующихъ, а вторая образуется и въ настоящее время дѣйствіемъ рѣчной воды и волнъ океана.

12. Образованіе суши. Такъ какъ горныя породы кристаллическаго сложенія, по всей вѣроятности, произошли черезъ охлажденіе расплавленныхъ огнежидкихъ массъ, выливавшихся изъ внутренности земли даже послѣ образованія нѣкоторыхъ осадочныхъ формацій, то есть основаніе допустить, что нѣкогда, до времени образованія этихъ формацій, весь земной шаръ состоялъ изъ расплавленной огнежидкой массы, быстро вращавшейся около оси. Эта расплавленная масса, охлаждаясь съ поверхности черезъ лучеиспусканіе, по прошествіи нѣкотораго періода времени, должна была покрыться твердою корою, которая отъ напора внутренней жидкой массы въ нѣкоторыхъ мѣстахъ поднималась, въ другихъ опускалась, заставляя воду стекать въ мѣста болѣе низкія, и такимъ образомъ мало по малу суша и океанъ приняли тотъ видъ, который они имѣютъ въ настоящее время. Есть явленія, которыя приводятъ къ заключенію, что и въ настоящее время внутренность земли находится въ расплавленномъ состояніи, и что суша составляетъ для этой массы кору незначительной толщины. Сюда относятся существованіе горячихъ ключей, вулканическія изверженія и наконецъ тѣ быстрыя и медленныя измѣненія суши, которыя происходятъ и понынѣ отъ дѣйствія вулканическихъ силъ.

13. Вулканы. *Огнедышащими горами* или *вулканами* наз. горы, выбрасывающія иногда расплавленныя вещества, наз. *лавою*, а иногда только камни и пепелъ. Отличительный характеръ этихъ горъ состоитъ въ томъ, что или вся гора или только та часть ея, изъ которой происходятъ изверженія, имѣетъ видъ конуса; въ верхней части его находится воронкообразное углубленіе, наз. *кратеромъ*. Тѣ вулканы, которые производятъ изверженія и понынѣ, наз. *дѣйствующими*; тѣ же, которые въ историческія времена не обнаружили вулканической дѣятельности — *потухшими*. По своему расположенію вулканы раздѣляются на *рядовые* и *центральные*. Первые расположены въ рядъ близко другъ отъ друга; эти ряды иногда идутъ на большое разстояніе. Весь Тихій океанъ окруженъ такою цѣпью вулкановъ; рядъ вулкановъ, начинаясь съ южнаго конца Америки, тянется въ цѣпи Кордильеровъ до самой сѣверной око-

нечности Новаго Свѣта и черезъ Алеутскіе острова переходитъ въ Азію, гдѣ продолженіемъ его служатъ вулканы Камчатки, Курильскихъ островъ, Японіи, островъ Филиппинскихъ, Зондскихъ и наконецъ Австралійскіе вулканы. Центральные вулканы расположены вокругъ одной точки или даже совершенно неправильно одинъ относительно другаго. Примѣръ центральныхъ вулкановъ представляютъ острова Канарскіе, гдѣ Пикъ-де-Тейде можно считать главнымъ центромъ ихъ. Къ этому же классу принадлежатъ вулканы Сицилійскіе и Неаполитанскіе, центромъ которыхъ можно считать Этну, и вулканы острова Исландіи. Наконецъ сюда же должно отнести горы Эребъ и Терроръ, лежащіе въ льдахъ Южнаго Антарктическаго материка. Дѣятельность вулкановъ обнаруживается не только во время изверженія, но и при такъ называемомъ спокойномъ состояніи ихъ, т. е. въ болѣе или менѣе длинный промежутокъ времени между двумя изверженіями. При спокойномъ состояніи вулкана изъ кратера его отдѣляются въ значительномъ количествѣ водяные пары, которые въ соединеніи съ другими летучими веществами образуютъ надъ кратеромъ нѣчто въ родѣ большаго дымнаго столба, извѣстнаго въ Италіи подъ названіемъ *фумаролы*. Къ водянымъ парамъ, образующимъ фумаролу, примѣшаны въ значительномъ количествѣ сѣрнисто водородный газъ, соляная и угольная кислоты и проч. Сѣрнисто-водородный газъ, сгорая въ прикосновеніи съ кислородомъ воздуха, оставляетъ сѣру въ свободномъ состояніи, которая и добывается преимущественно изъ кратеровъ вулкановъ.

Когда вулканъ переходитъ отъ спокойнаго состоянія къ напряженной дѣятельности, къ изверженію, то первый признакъ этого явленія обнаруживается въ поднятіи дна кратера, покрывающагося слоемъ расплавленной лавы. Вмѣстѣ съ газами изъ кратера начинаютъ вылетать пепелъ и шлаки, т. е. раскаленныя отвердѣвшія части лавы. Фумарола увеличивается отъ усиленнаго выдѣленія водяныхъ паровъ и принимаетъ дымъ видъ густаго темнаго облака, перерѣзываемаго частыми молніями, а ночью кажется краснымъ огненнымъ столбомъ черезъ отраженіе въ водяныхъ парахъ раскаленной до красна лавы. Внутри кра-

тера лава то подымается, то опускается, при чемъ внутри горы слышется сильный гулъ, похожій на пушечные выстрѣлы, которые повторяются чаще и чаще. Наконецъ лава подступаетъ къ отверстію кратера и выливается въ видѣ струи расплавленнаго металла и вскорѣ послѣ выхода ея изверженіе обыкновенно прекращается. Лава по силѣ тяжести течетъ въ болѣе низкія мѣста, при чемъ охлаждаясь во время движенія, она застываетъ съ поверхности, а находящаяся внутри жидкая масса продолжаетъ движеніе, разламывая образующуюся твердую кору и увлекая ея обломки. Такъ какъ лава худой проводникъ теплоты, то внутренняя масса ея весьма долго сохраняетъ высокую температуру. Спаланцани нашелъ, что нижнія части потока лавы, вылившейся изъ Этны, черезъ 11 мѣсяцевъ послѣ изверженія сохраняли температуру краснаго каленія; палка, опущенная въ одну изъ щелей, сдѣланныхъ въ этомъ потокѣ, загоралась. Относительно минералогическаго состава лавы надо замѣтить, что онъ бываетъ весьма непостояненъ и преимущественно зависитъ отъ тѣхъ породъ, которыя были расплавлены. Количество лавы, выливающейся при иныхъ изверженіяхъ, весьма велико; такъ въ 1783 г. при изверженіи вулкана Скантаръ-Іокуля въ Исландіи вылились два потока лавы, длина которыхъ доходила до 130 верстъ; высота лавы въ нихъ вообще простиралась до 100 фут., но въ узкихъ мѣстахъ достигала до 600 футовъ. Истеченіе лавы при изверженіяхъ случается тѣмъ чаще, чѣмъ менѣе высота вулкана: такъ напр. изъ вулкана Стромболи, находящагося на одномъ изъ липарскихъ островов близъ Сициліи и имѣющаго только 2700 фут. высоты, лава изливается постоянно; не такъ часто она изливается при изверженіяхъ Везувія, высота котораго равна 3600 фут., и еще рѣже изъ Этны, подымающейся до высоты 10200 фут.; изъ 30 изверженій Этны, случившихся въ историческія времена, только 10 произошли изъ главнаго кратера. Наконецъ высокіе Американскіе вулканы, которые болѣе чѣмъ въ два раза выше Этны, никогда не выбрасываютъ лавы; она только волнуется внутри кратера, изъ котораго вылетаютъ только шлаки и пепелъ. Вулканическій пепелъ имѣетъ сѣрый цвѣтъ и похожъ на

обыкновенную золу; при нѣкоторыхъ изверженіяхъ онъ выбрасывается въ такомъ количествѣ, что затемняетъ солнце; вѣтеръ уноситъ его часто на огромныя разстоянія. Такъ при изверженіи Этны въ 1829 году пепелъ унесенъ былъ на островъ Мальту; а пепелъ вулкана, находящагося на островѣ С. Винцентѣ, принадлежащемъ къ группѣ Малыхъ Антильскихъ острововъ, перенесенъ былъ на островъ Барбадосъ, лежащій на разстояніи 20 миль отъ перваго.

Кромѣ вулкановъ, извергающихъ лаву, существуютъ еще такъ называемые *грязные вулканы* или *сальзы*, которые выбрасываютъ воду и бѣловатую, большею частью холодную, грязь. Такіе вулканы находятся въ различныхъ мѣстахъ земной поверхности, какъ напр. въ Сициліи, въ Сѣверной Италіи, на обѣихъ оконечностяхъ Кавказскихъ горъ, въ Крыму и другихъ мѣстахъ.

14. **Измѣненія твердой поверхности земли.** Въ связи съ вулканическими изверженіями находятся тѣ измѣненія твердой коры земной, которыя совершаются иногда въ короткіе, иногда въ продолжительные промежутки времени. Къ первымъ относятся *землетрясенія*, ко вторымъ *медленныя повышенія и пониженія* нѣкоторыхъ мѣстъ суши.

15. **Землетрясенія.** Землетрясеніями наз. движенія нѣкоторыхъ частей суши, производимыя внутренними вулканическими силами. Смотря по роду движенія, сообщаемаго ими массамъ земли, онѣ бываютъ: 1) *вертикальныя*, при которыхъ поверхность земли вдругъ подымается и потомъ опускается, 2) *волнообразныя*, при которыхъ колебанія распространяются на подобіе волнъ и 3) *вращательныя*, при которыхъ соединяются оба предыдущія движенія и послѣднее безпрестанно мѣняетъ свое направленіе. Изъ этихъ трехъ видовъ землетрясеній наиболѣе вреденъ послѣдній, который былъ наблюдаемъ только при самыхъ сильныхъ и опустошительныхъ землетрясеніяхъ, напр. при землетрясеніи, разрушившемъ въ 1755 г. Лиссабонъ, при землетрясеніи, бывшемъ въ Февралѣ и Мартѣ въ 1783 г. въ Южной Калабріи, и при землетрясеніи, разрушившемъ въ 1812 г. городъ Каракасъ въ Южной Америкѣ. Пространство, на которое рас-

пространяются колебанія земли, иногда бываетъ очень велико; такъ землетрясеніе 1755 г. чувствуемо было въ Англіи, Швеціи на Антильскихъ островахъ, въ Канадѣ и Марокко и охватывало пространство, вчетверо бо́льшее Европы, т. е. около 700000 кв. миль.

Иногда землетрясеніе начинается вдругъ безъ всякихъ предварительныхъ признаковъ, какъ напр. вышеупомянутое землетрясеніе 1755 г.; въ другихъ случаяхъ сильнымъ ударамъ предшествуютъ небольшія колебанія почвы, при которыхъ жители тотчасъ оставляютъ жилища и ищутъ спасенія въ открытомъ полѣ. При этомъ иногда бываетъ слышенъ подземный гулъ, подобный раскатамъ грома. Что гулъ этотъ распространяется подъ поверхностью земли, а не черезъ воздухъ, это доказывается тѣмъ обстоятельствомъ, что онъ слышенъ сильнѣе при отверстіяхъ глубокихъ колодцевъ.

Опустошительныя дѣйствія землетрясеній далеко превосходятъ всѣ другія бѣдствія, отъ которыхъ страдаетъ человѣчество; не останавливаясь на нихъ, такъ какъ они болѣе или менѣе извѣстны всякому, мы скажемъ нѣсколько словъ объ измѣненіяхъ твердой поверхности суши, которыми сопровождается большая часть землетрясеній. Такъ послѣ нихъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ образуются разрывы почвы, трещины, которыя иногда снова закрываются, иногда же дѣлаются постоянными; въ другихъ мѣстахъ цѣлыя полосы верхняго слоя почвы переносятся на новыя мѣста; берега обрушаются и скрываются подъ поверхностью океана. Море при землетрясеніяхъ также приходитъ въ движеніе, въ большинствѣ случаевъ оно сначала удаляется отъ береговъ, но потомъ возвращается и затопляетъ ихъ. Такъ во время Лиссабонскаго землетрясенія въ Кадиксѣ вода поднялась до высоты 60 футовъ, на Антильскихъ островахъ до 20 фут.

Наиболѣе замѣчательное дѣйствіе, производимое землетрясеніями, состоитъ въ быстромъ возвышеніи значительныхъ пространствъ суши.

Такъ послѣ землетрясенія, бывшаго въ 1822 году, берегъ Чили возвысился на 3 фута; то же случилось и при землетрясеніи въ 1835 г. Подобнымъ образомъ въ 1819 г. возвыси-

лось вслѣдствіе землетрясенія значительное пространство земли, лежащее къ О отъ дельты Инда, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ до высоты 10 футовъ надъ прежнимъ уровнемъ. Землетрясенія сопровождаются весьма часто вулканическими изверженіями и обыкновенно съ началомъ изверженія прекращаются подземные удары. Эта связь прямо указываетъ на общую причину обоихъ явленій. Вѣроятно, упругіе газы, производящіе изверженіе вулкановъ, не находя отверстія для свободнаго выхода, приводятъ стѣсняющую ихъ земную кору въ сотрясеніе, которое прекращается, какъ скоро газы открываютъ свободный выходъ чрезъ кратеръ вулкана.

Касательно распредѣленія землетрясеній на поверхности земли надо замѣтить вообще, что нѣкоторыя части суши особенно часто страдаютъ отъ этихъ разрушительныхъ явленій. Сюда относятся: Итальянскій полуостровъ съ сосѣдними островами, Пиренейскій полуостровъ и противолежащій ему сѣверный берегъ Африки, Малая Азія, восточныя части Азіатскаго материка и острова Тихаго океана; но область наиболѣе сильныхъ землетрясеній есть западная часть Южной Америки, Мексика и Антильскіе острова. Въ другихъ мѣстностяхъ или совершенно не бываетъ землетрясеній, или они происходятъ весьма рѣдко и бываютъ весьма слабы; сюда относятся: Голландія, Сѣверная Германія, земли, лежащія на южномъ берегу Балтійскаго моря, Сѣверная и Средняя Европейская Россія, Сѣверная Сибирь, берега Африки отъ Триполи до Нила, южная оконечность Африки, средніе части Сѣверо Американскихъ Штатовъ и южная часть восточнаго берега Южной Америки.

16. **Медленныя возвышенія поверхности суши.** Иногда возвышенія и пониженія почвы происходятъ медленно безъ предшествующихъ имъ землетрясеній. Весьма вѣроятно, что и эти явленія находятся въ связи съ вулканическими дѣйствіями.

Примѣръ такого медленнаго поднятія почвы представляетъ Шведскій берегъ Ботническаго залива, подымающійся въ сѣверныхъ своихъ частяхъ на $3^1/_2$ фута въ столѣтіе; множество признаковъ несомнѣнно доказываютъ это поднятіе; такъ замѣтки, сдѣланныя во многихъ мѣстахъ для означенія уровня моря, те-

перь находятся выше его; города, лежавшие прежде на морскомъ берегу, въ настоящее время лежатъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ него. Подобный же примѣръ повышенія представляетъ восточный берегъ Сибири отъ устьевъ Лены до устьевъ Колымы, доказательствомъ чего можетъ служить то, что тамъ находятъ *плавникъ* или лѣсъ, выбрасываемый моремъ, въ значительномъ разстояніи отъ него.

Наоборотъ въ другихъ мѣстахъ почва понижается: примѣръ такого пониженія представляетъ южный берегъ Швеціи, берега Гренландіи, гдѣ подъ водою находятъ хижины, которыя были построены на берегахъ моря, берега Голландіи, берега Далмаціи и часть противоположнаго ей берега Италіи; здѣсь также подъ водою находятъ множество остатковъ зданій.

Наконецъ существуютъ такія мѣстности, гдѣ почва сперва понижалась, потомъ опять возвышалась. Примѣръ подобныхъ послѣдовательныхъ пониженій и повышеній представляетъ часть западнаго берега Италіи близъ Неаполя. Въ развалинахъ находящагося въ этомъ мѣстѣ древняго языческаго храма уцѣлѣли три мраморныя колонны, вышиною въ 40 футовъ. Въ нихъ на высотѣ 15 футовъ надъ нынѣшнимъ уровнемъ моря, въ горизонтальномъ поясѣ шириною въ 3 фута, находится множество дыръ, совершенно сходныхъ съ тѣми, которыя и въ настоящее время высверливаютъ нѣкоторые роды раковинъ въ известковыхъ камняхъ, омываемыхъ водою. Судя поэтому, надо заключить, что когда нибудь море долгое время покрывало нижнюю часть этихъ колоннъ, т. е. что оно стояло по крайней мѣрѣ на 18 футовъ выше нынѣшняго уровня, и такъ какъ нѣтъ основанія заключать, что море перемѣнило свой уровень, иначе на всѣхъ берегахъ Средиземнаго моря замѣчены были бы слѣды этого, то мы должны принять, что мѣстность, на которой былъ выстроенъ храмъ, сначала опускалась, потомъ начала подниматься.

Упомянемъ еще о томъ, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ между тропиками коралловые рифы поднимаются надъ поверхностью моря на 20 и болѣе фут.; надо допустить, что будучи образованы подъ водою, они возвышались только впослѣдствіи. Съ

другой стороны образованіе атолловъ и береговыхъ рифовъ свидѣтельствуетъ, какъ мы видѣли, о медленномъ пониженіи тѣхъ мѣстностей, на которыхъ кораллы начали свою постройку.

II.

ВОДА.

17. Вода, какъ мы выше видѣли, покрываетъ почти три четверти всей поверхности земли; значительная часть ея составляетъ одну большую массу, окружающую сушу со всѣхъ сторонъ и называемую *океаномъ*. Небольшія массы воды, находящіяся на сушѣ, образуютъ *источники*, *рѣки*, *озера* и *болота*.

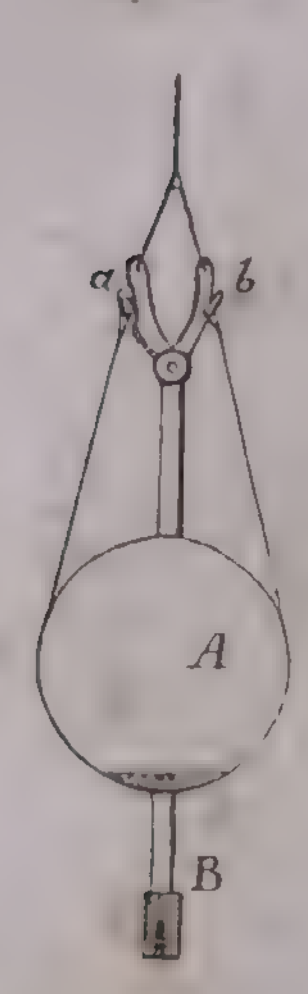
ОКЕАНЪ.

18. **Постоянство уровня океана**. Такъ такъ всѣ моря соединяются между собою, то по закону равновѣсія жидкостей слѣдуетъ, что высота уровня во всѣхъ моряхъ должна быть одинакова. И дѣйствительно, точныя геодезическія нивеллировки отдѣльныхъ морей, напр. Тихаго и Атлантическаго, Атлантическаго и Средиземнаго, подверждаютъ то, *что уровень океана всегда и во всѣхъ мѣстахъ одинъ и тотъ же*. Поэтому, опредѣляя высоты различныхъ точекъ суши, мы съ полнымъ основаніемъ можемъ считать ихъ отъ поверхности моря.

19. **Глубина океана.** Глубина разныхъ мѣстъ океана также неодинакова, какъ и высота различныхъ точекъ суши; для опредѣленія ея въ настоящее время употребляется преимущественно предъ другими снарядъ, изобрѣтенный офицеромъ американскаго флота *Джономъ Брукомъ*. Онъ состоитъ изъ просверленнаго ядра A (черт. 95), сквозь которое продѣта палка B, имѣющая на концѣ углубленіе, смазываемое саломъ. Ядро подвѣшено на крючкахъ *a* и *b* такъ, что само соскакиваетъ, когда палка ударится о дно; а палка своимъ полымъ концомъ захватываетъ образчикъ почвы морскаго дна. Съ помощію этого

снаряда въ настоящее время сдѣлано довольно много изслѣдованій какъ относительно глубины, такъ и относительно состава морскаго дна. Такъ напр. найдено, что дно Атлантическаго океана между Нью-Фаундлендомъ и Ирландiею представляетъ замѣчательную равнину, названную *телеграфической площадью* (plateau télégraphique), потому что на ней положена подводная проволока Атлантическаго телеграфа. Эта площадь не имѣетъ нигдѣ болѣе 11000 футовъ глубины. Самая большая глубина Атлантическаго океана находится по всей вѣроятности около восточнаго берега Соединенныхъ штатовъ между островами Бермудскими и Нью-Фаундлендомъ. Глубина Тихаго океана извѣстна весьма мало. Наибольшая глубина его, найденная Брукомъ между Японiею и Калифорнiею, достигаетъ 15000 футовъ. Внутреннія моря несравненно мельче; такъ глубина Балтiйскаго моря не превышаетъ 240 футовъ и только у острова Готланда находится котловина въ 840 футовъ. Глубина Нѣмецкаго моря не превышаетъ 800 футовъ; Средиземное море имѣетъ въ иныхъ мѣстахъ по нѣскольку тысячь футовъ глубины; въ Черномъ морѣ есть мѣста въ 3000 фут. глубины и даже болѣе; напротивъ Адрiатическое море вездѣ мелко.

Черт. 95.



Весьма замѣчательно то обстоятельство, что илъ, покрывающiй глубочайшее дно морское, состоитъ изъ раковинъ маленькихъ микроскопическихъ животныхъ. Эти нѣжныя и хрупкія раковины, лежащія толстыми слоями на днѣ, получаются посредствомъ снаряда Брука совершенно неповрежденными изъ глубины, что доказываетъ, что на значительной глубинѣ царствуетъ полнѣйшее спокойствiе.

20. Соляность морской воды. Морская вода имѣетъ горько-соленый вкусъ, зависящiй отъ большаго количества содержащихся въ ней различныхъ солей, главнымъ образомъ хлористаго натрiя или поваренной соли, сѣрнокислаго натра или глауберовой соли, хлористаго калiя, хлористаго магнiя и друг.

Количество солей по вѣсу составляетъ болѣе 3 процентовъ, и вычислено, что это количество таково, что еслибы его извлечь и размывать по поверхности земнаго шара, то оно составило бы слой въ 15 арш. толщиною. Вслѣдствіе того, что морская вода содержитъ значительное количество солей, она плотнѣе прѣсной воды и удѣльный вѣсъ ея среднимъ числомъ = 1,027. Впрочемъ надо замѣтить, что соляность морской воды непостоянна и зависитъ отъ множества мѣстныхъ условій, каковы напр. теченія, вѣтры, благопріятствующіе испаренію, большее или меньшее количество прѣсной воды, вливающейся въ море, и проч. Такъ вода морей, лежащихъ подъ тропиками, солонѣе воды морей внѣ тропическихъ; кромѣ того соляность морской воды увеличивается съ разстояніемъ отъ берега и съ глубиною; вода внутреннихъ морей, напр. Балтійскаго, Бѣлаго, Чернаго менѣе солона, чѣмъ вода океана. Только Средиземное море дѣлаетъ повидимому исключеніе изъ этого правила; вода его солонѣе океана: эту разницу можно объяснить тѣмъ предположеніемъ, что количество прѣсной воды, приносимой ему рѣками, меньше того количества, которое оно теряетъ черезъ испареніе.

Что касается до того вопроса: отъ чего происходитъ соляность морской воды? — то онъ до сихъ поръ еще неразрѣшенъ удовлетворительно. Нѣкоторые ученые полагаютъ, что морская вода получила свою соляность отъ тѣхъ веществъ, которыя были въ ней растворены тогда, когда температура моря была весьма велика; по мнѣнію другихъ, эта причина заключается въ томъ, что рѣки, проходя черезъ слои земли, изобилующіе солями, растворяютъ ихъ и уносятъ въ океанъ.

21. **Цвѣтъ морской воды.** Морская вода, взятая въ небольшомъ количествѣ, безцвѣтна, но въ большихъ массахъ имѣетъ зеленовато-синій цвѣтъ. Замѣчено, что въ тропическихъ моряхъ зеленый оттѣнокъ преобладаетъ надъ синимъ; въ моряхъ полярныхъ наоборотъ; это явленіе съ одной стороны можетъ зависѣть отъ неодинакой соляности тѣхъ и другихъ морей, съ другой — отъ безчисленныхъ водорослей, которыми изобилуютъ тропическія моря. Эти растенія покрываютъ иногда огромныя

пространства океана, называ. *Сарассо* или *травянистыми морями*. Одно изъ нихъ находится въ Атлантическомъ океанѣ на параллели Бермудскихъ острововъ и замѣчено было еще Колумбомъ. Нѣкоторыя мѣстныя причины сообщаютъ иногда отдѣльнымъ мѣстамъ моря особый цвѣтъ, замѣтный нерѣдко на огромномъ пространствѣ; такъ Желтое море близь береговъ Китая имѣетъ желтоватый цвѣтъ отъ ила рѣки Гоанго или Желтой, распространяющагося на значительное разстояніе; Красное имѣетъ красноватый цвѣтъ отъ множества кораллов этого цвѣта и т. п. Прозрачность морской воды въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ она не мутится отъ ила впадающихъ рѣкъ, весьма значительна, и въ полярныхъ моряхъ больше, чѣмъ въ тропическихъ. Одно изъ наиболѣе замѣчательныхъ явленій, представляемыхъ поверхностью моря, составляетъ такъ называемая *фосфоресценція* или *свѣченіе моря*. Это явленіе принадлежитъ тропическимъ морямъ и состоитъ въ томъ, что съ наступленіемъ темноты нѣкоторыя части поверхности моря, преимущественно тѣ, гдѣ вода находится въ движеніи, блестятъ какъ серебро; особенно великолѣпно свѣтятся волны въ томъ мѣстѣ, гдѣ киль корабля прорѣзываетъ море; здѣсь онѣ кажутся двумя огненными бороздами, сливающимися за кораблемъ въ одну яркосвѣтящуюся полосу, обозначающую слѣдъ его на темной поверхности моря. Полагаютъ, что это явленіе зависитъ отъ безчисленныхъ моллюсковъ и зоофитовъ, плавающихъ въ водѣ и имѣющихъ способность свѣтиться въ темнотѣ.

22. Температура воды океана. При опредѣленіи температуръ, какія имѣетъ вода океана на различныхъ глубинахъ, оказывается, что всю поверхность океана можно раздѣлить на 3 бассейна: *тропическій* и два *полярныхъ* — сѣверный и южный. Въ тропическомъ бассейнѣ, лежащемъ по обѣ стороны экватора между 36° N и 36° S широты, температура съ глубиною уменьшается и на разстояніи 7000 фут. отъ поверхности равна 2° или 3° R; наоборотъ въ обоихъ полярныхъ бассейнахъ температура съ глубиною увеличивается и на разстояніи 3000 фут. отъ поверхности также равна 2° или 3° R. На границахъ бас-

сейновъ температура на поверхности и въ глубинахъ одна и та же и составляетъ 2° или 3° R. Такимъ образомъ надо заключить, что на нѣкоторой глубинѣ существуетъ постоянно одна и та же температура, которая и наз. *собственною температурою океана.* Хотя въ тропическомъ бассейнѣ верхніе слои воды отъ дѣйствія солнца нагрѣваются, но это нагрѣваніе вслѣдствіе малой теплопрозрачности и дурной теплопроводности воды распространяется только до извѣстной глубины, ниже которой вода сохраняетъ свою постоянную температуру. Наоборотъ въ полярныхъ бассейнахъ верхніе слои, находясь въ прикосновеніи съ воздухомъ, температура котораго менѣе собственной температуры океана, охлаждаются; но становясь плотнѣе, они опускаются не до самаго дна, а только до нѣкоторой глубины, такъ какъ нижніе слои, сжатые давленіемъ верхнихъ, имѣютъ плотность, значительно большую, чѣмъ даже охлажденные верхніе слои; а потому, не приходя въ соприкосновеніе съ верхними слоями, нижніе сохраняютъ постоянную температуру 2° или 3°.

Морская вода отъ присутствія содержимыхъ въ ней солей замерзаетъ не при температурѣ 0°, какъ прѣсная, но при- 6° R. По наблюденіямъ Скорезби замерзаніе морской воды происходитъ не только около береговъ, но и въ открытомъ морѣ. Если ледяной слой тонокъ, то онъ скоро разбивается волнами и образуетъ массу, которую у насъ называютъ *саломъ;* отъ смерзанія этихъ тонкихъ обломковъ образуются большія льдины и наконецъ громадныя массы льда, выдающіяся иногда надъ уровнемъ моря футовъ на 6 и называемыя *ледяными полями.* Кромѣ этого льда, образующагося отъ замерзанія морской воды, въ полярныхъ моряхъ встрѣчаются огромныя массы чистаго прозрачнаго льда, называемыя *ледяными горами.* Полагаютъ, что ледяныя горы образуются на берегахъ полярныхъ материковъ отъ растаявшаго и снова замерзнувшаго снѣга, совершенно такъ, какъ образуются въ высокихъ горныхъ мѣстностяхъ массы льда, составляющія ледники, о которыхъ мы будемъ говорить въ послѣдствіи.

Ледяныя горы возвышаются иногда до высоты 100 футовъ

и болѣе надъ поверхностію воды, не считая погруженной части, которая доходитъ до 400 футовъ и болѣе.

23. Движеніе воды въ океанѣ. Вода въ океанѣ находится въ постоянномъ движеніи: обыкновенно различаютъ три рода движенія воды: волны, приливы и отливы и теченія.

24. Волны. Волнами наз. повышенія и пониженія поверхности воды, слѣдующія другъ за другомъ довольно быстро съ замѣчательною правильностью. Причиною ихъ бываетъ вѣтеръ, который въ продолженіе нѣкотораго времени ударяетъ на какую нибудь часть поверхности воды; понятно, что чѣмъ сильнѣе будутъ порывы вѣтра, тѣмъ больше поверхность воды будетъ опускаться и подниматься, т. е. тѣмъ выше будутъ волны. Замѣчено, что въ глубокой водѣ волны бываютъ выше, чѣмъ въ мелкой; наибольшая высота волнъ въ океанѣ не превышаетъ однако 60 футовъ: во внутреннихъ моряхъ волны рѣдко достигаютъ высоты 15 футовъ. Ширина низкихъ волнъ около 30 разъ, а высокихъ около 20 разъ больше ихъ высоты; скорость распространенія волнъ въ океанѣ отъ 16 до 30 футовъ въ секунду, смотря по глубинѣ моря.

Если волны при своемъ движеніи встрѣчаютъ какое нибудь препятствіе, напр. рифъ, выдающійся изъ моря, или крутой берегъ, то разбиваясь объ него, вода брызжетъ вверхъ иногда до высоты 100 футовъ, причемъ верхняя часть волны обращается въ пѣну; это явленіе наз. *буруномъ*.

25. Приливы и отливы. Приливомъ и отливомъ наз. періодическое измѣненіе уровня морской воды, которая въ продолженіе шести часовъ повышается и заливаетъ берегъ, а въ продолженіе слѣдующихъ шести часовъ понижается и отступаетъ отъ него.

Приливъ и отливъ бываетъ по два раза въ сутки и замѣчается только на берегахъ океана и соединенныхъ съ нимъ морей; во внутреннихъ же моряхъ, соединяющихся съ океаномъ узкими проливами, напр. въ Балтійскомъ и Черномъ, этого явленія не бываетъ совершенно. Относительно моментовъ прилива и отлива замѣчено, что если въ какой нибудь день приливъ наступаетъ ровно въ полдень, то слѣдующій за нимъ от-

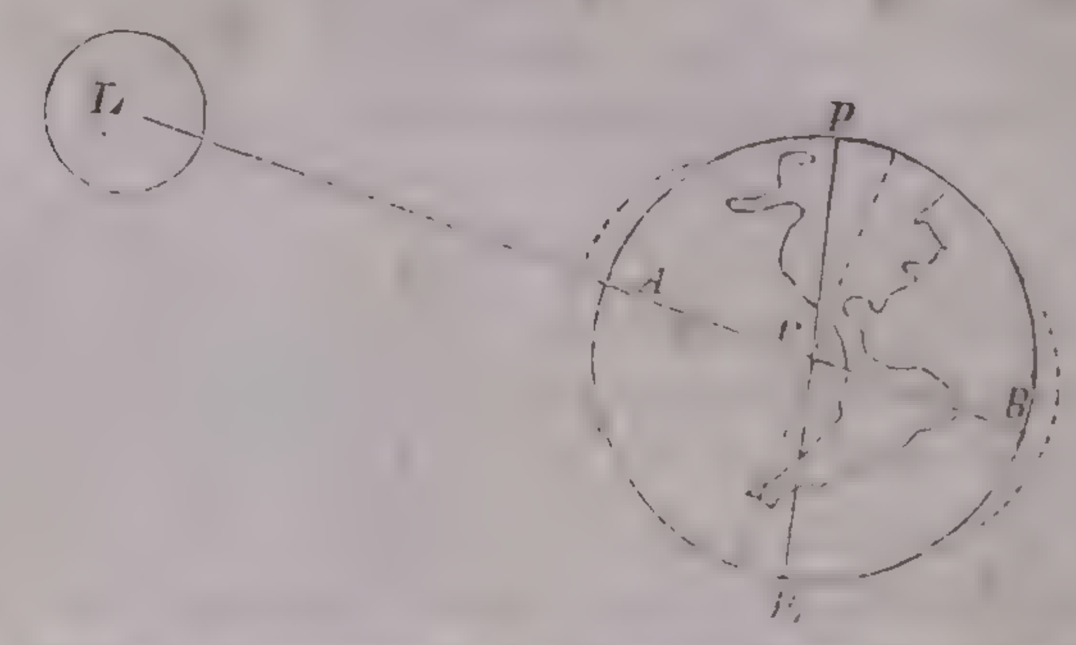
ливъ наступаетъ не ровно въ 6 часовъ вечера, а въ 6 часовъ и $12\frac{1}{2}$ минутъ, второй приливъ послѣдуетъ ночью въ 25 минутъ перваго, второй отливъ въ 37 минутъ седьмаго слѣдующаго утра, а первый приливъ другаго дня наступаетъ не въ полдень, а въ 50 минутъ перваго, т. е. *опаздываетъ на 50 минутъ противъ соотвѣтствующаго прилива предъидущаго дня*.

Вмѣстѣ съ этимъ высота прилива, т. е. разстояніе между точками, до которыхъ достигаетъ уровень воды при наибольшей высотѣ во время прилива и наименьшей во время отлива, въ одномъ и томъ же мѣстѣ не остается постоянною въ различные дни, но бываетъ наибольшая во время новолунія и полнолунія, т. е. во время сизигій, и наименьшая во время первой и второй четверти или во время квадратуръ.

Такъ какъ луна при своемъ движеніи около земли проходитъ въ сутки 13° отъ W къ O, то она вступаетъ на меридіанъ въ каждыя слѣдующія сутки 50 минутами позднѣе тѣхъ звѣздъ, съ которыми вступала въ одно время наканунѣ. Изъ этого совпаденія ежедневнаго опаздыванія луны съ опаздываніемъ приливовъ, можно заключить, что послѣдніе зависятъ отъ притяженія луны на воду океановъ. Изъ того же, что высота приливовъ бываетъ наибольшая во время сизигій и наименьшая во время квадратуръ, надо заключить, что приливы и отливы зависятъ также и отъ солнца, потому что положеніе солнца относительно луны въ первомъ случаѣ будетъ совершенно иное, чѣмъ въ послѣднемъ; но такъ какъ разстояніе солнца отъ земли чрезвычайно велико въ сравненіи съ разстояніемъ луны отъ земли, то наибольшее дѣйствіе при этомъ явленіи оказываетъ луна. Чтобы яснѣе представить себѣ это дѣйствіе, мы разсмотримъ сначала только приливы, производимые луною. Притяженіе, оказываемое ею на различныя точки земли, обратно пропорціонально квадратамъ ихъ разстоянія отъ центра луны; поэтому точка земли A (черт. 96), для которой луна, проходя черезъ меридіанъ, находится въ зенитѣ, будетъ притягиваться ею сильнѣе, чѣмъ центръ земли, который отстоитъ отъ центра луны на цѣлый земной радіусъ дальше точки A; и слѣд. если эта точка находится въ океанѣ, то вода должна

подняться въ направленіи линіи AL и образовать возвышеніе. Равнымъ образомъ, точка B, діаметрально противоположная

Черт. 96.



точкѣ A, будетъ притягиваться луною слабѣе, чѣмъ центръ земли, и вслѣдствіе этого притяженіе, оказываемое на нее этимъ послѣднимъ, сдѣлается слабѣе, а потому вода, находящаяся въ мѣстѣ B, должна образовать другое возвышеніе на поверхности океана. Такимъ образомъ въ двухъ, діаметрально противоположныхъ, мѣстахъ земли произойдетъ приливъ; а въ мѣстахъ, лежащихъ на меридіанѣ, перпендикулярномъ къ меридіану pAp_1 B, отливъ.

Такъ какъ, отъ вращенія земли около оси, каждая точка земли будетъ два раза находиться въ плоскости, проходящей черезъ центры земли и луны, и два раза въ плоскости перпендикулярной, то значитъ въ теченіе сутокъ въ каждомъ мѣстѣ два раза будетъ приливъ и два раза отливъ.

Притяженіе солнца обнаруживаетъ точно такое же дѣйствіе на воды океана; поэтому во время сизигій отъ соединенія обѣихъ причинъ приливы бываютъ сильнѣе; а во время квадратуръ— слабѣе, такъ какъ притяженіе солнца производитъ отливъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ притяженіе луны производитъ приливъ,— и обратно.

Надо замѣтить, что высота прилива неодинакова въ различныхъ мѣстностяхъ; она зависитъ отъ множества мѣстныхъ условій, какъ то: рельефа дна и береговой линіи, отлогости или крутизны подводной части берега, вѣтровъ, теченій и проч.

Восточные берега Азіи и западные берега Европы имѣютъ приливы весьма сильные, тогда какъ на островахъ Южнаго океана, гдѣ приливы совершаются съ замѣчательною правильностью, они не достигаютъ даже 2 футовъ высоты. Наибольшей высоты (70 футовъ) достигаетъ приливъ въ Фондскомъ заливѣ (Fundi-Bay), находящемся на перешейкѣ, соединяющемъ Новую Шотландію съ берегомъ Сѣверной Америки.

Приливная волна входитъ въ большую часть рѣкъ, впадающихъ въ океанъ, и дѣйствуя противъ теченія, нагоняетъ воду и производитъ особое волненіе въ устьѣ рѣки, не безопасное иногда для небольшихъ лодокъ; это явленіе въ различныхъ рѣкахъ носитъ различныя названія; въ устьѣ рѣки Дордони оно наз. *Маскаре*; въ устьѣ рѣки Амазонской—*Поророка* и проч.

26. **Теченія.** Морскія теченія суть движенія массъ воды по нѣкоторому опредѣленному направленію, замѣтному на весьма значительномъ протяженіи. Онѣ представляютъ замѣчательный контрастъ съ массами остальной воды, находящейся въ покоѣ; это какъ бы рѣки, текущія въ берегахъ изъ стоячей воды, и быстрота которыхъ легко замѣтна по движенію водорослей и другихъ предметовъ, увлекаемыхъ ими. Теченія происходятъ отъ совокупнаго дѣйствія многихъ причинъ, между которыми первое мѣсто занимаетъ солнечная теплота. Теплыя воды экваторіальныхъ морей, дѣлаясь отъ нагрѣванія легче холодныхъ водъ морей полярныхъ, должны быть вытѣсняемы ими; вслѣдствіе этого должно было бы образоваться два теченія воды, одно— теченіе теплой воды отъ экватора къ полюсамъ и другое холодной отъ полюсовъ къ экватору; эти теченія видоизмѣняются отъ дѣйствія множества другихъ причинъ, какъ напр. постоянныхъ вѣтровъ, постепеннаго распространенія приливной волны вокругъ земнаго шара, неодинаковой степени соляности, расположенія материковъ, неровности морскаго дна и проч.

Въ тропическихъ моряхъ замѣтно теченіе воды отъ O къ W, извѣстное подъ названіемъ *большаго экваторіальнаго теченія*. Въ Атлантическомъ океанѣ оно начинается почти у самыхъ Африканскихъ береговъ и направляется къ W, прямо на выдающуюся часть восточнаго берега S Америки; здѣсь оно дѣлится

на двѣ вѣтви; одна изъ нихъ, южная, идетъ вдоль береговъ Бразиліи и теряется около южной оконечности Америки. Другая вѣтвь, сѣверная, входитъ въ Мексиканскій заливъ и обойдя весь берегъ его, черезъ Багамскій проливъ выходитъ подъ названіемъ *Гольфстрима* или *заливнаго теченія*. При выходѣ въ Атлантическій океанъ Гольфстримъ при ширинѣ около 60 верстъ течетъ со скоростью $7^1/_2$ верстъ въ часъ; расширяясь болѣе и болѣе, онъ доходитъ до Нью-Фаундленда и къ O отъ него снова раздѣляется на двѣ вѣтви; одна недалеко отъ Азорскихъ острововъ поворачиваетъ къ Югу, откуда вновь возвращается къ берегамъ Америки; другая, стремясь вдоль береговъ Англіи и Ирландіи, достигаетъ Норвегіи и даже Шпицбергена. Температура воды Гольфстрима при выходѣ его въ Атлантическій океанъ почти равна 24° R и даже на параллели 40° не ниже 20° R.

Экваторіальное теченіе въ Тихомъ океанѣ идетъ также вдоль его отъ O къ W по экватору и у Филиппинскихъ острововъ раздѣляется на двѣ вѣтви: слабѣйшая поворачиваетъ вдоль Азіатскихъ береговъ къ N и встрѣчаясь съ полярнымъ теченіемъ, выходящимъ изъ Ледовитаго океана черезъ Беринговъ проливъ, спускается къ экватору вдоль западнаго берега Сѣверной Америки. Другая вѣтвь отъ Филиппинскихъ острововъ поворачиваетъ къ S и теряется къ O отъ Австралійскаго материка, смѣшиваясь съ различными теченіями, идущими изъ Индѣйскаго океана. Въ Индѣйскомъ океанѣ незамѣтно экваторіальнаго теченія, вѣроятно, съ одной стороны потому, что онъ занимаетъ меньшее пространство тропическихъ странъ, чѣмъ океаны Тихій и Атлантическій; а съ другой потому, что, границя на N съ Азіатскимъ материкомъ, онъ не находится съ этой стороны въ прикосновеніи съ массой холодной воды; за то съ S въ него безпрепятственно входятъ холодныя полярныя воды, образуя сильное теченіе вдоль западнаго берега Австралійскаго материка, которое, направляясь къ Африканскому берегу, вдоль его поворачиваетъ къ Югу, образуя большое Мозамбикское теченіе, достигающее мыса Доброй Надежды.

Холодныя воды Южнаго полярнаго океана образуютъ въ Ти-

хомъ океанѣ большое полярное теченіе вдоль западнаго берега Южной Америки. Часть его, обогнувъ мысъ Горнъ, вступаетъ въ Атлантическій океанъ; а другая, подъ названіемъ *Перуанскаго* или *Гумбольдтова теченія*, идетъ къ N вдоль береговъ Чили и Перу, гдѣ близь экватора поворачиваетъ къ W и смѣшивается съ экваторіальнымъ теченіемъ.

Перуанское теченіе вслѣдствіе низкой температуры водъ его, которая даже подъ тропиками равна только $12^1/_2{}^0$ R, умѣряетъ жаркій климатъ странъ, лежащихъ на W берегу S Америки.

Въ N полушаріи существуютъ полярныя теченія, идущія главнымъ образомъ вдоль обоихъ береговъ Гренландіи и приносящія къ берегамъ Нью-Фаундленда массы пловучаго льда и лѣса.

Когда два противоположныхъ теченія встрѣчаются на подводныхъ скалахъ, то вода получаетъ вращательное движеніе и образуетъ *водоворотъ*. Одинъ изъ извѣстныхъ водоворотовъ есть Мальстремъ, лежащій около береговъ Норвегіи; другой, знаменитый въ древности, водоворотъ Сцилла и Харибда, находящійся въ Мессинскомъ проливѣ, въ настоящее время не пользуется такою извѣстностью; отъ постепеннаго разрушенія подводной скалы уменьшилась сила вращенія воды и плаваніе кораблей сдѣлалось не опаснымъ. Существуетъ нѣсколько опасныхъ водоворотовъ близь береговъ Китая и Японіи.

ПРѢСНАЯ ВОДА.

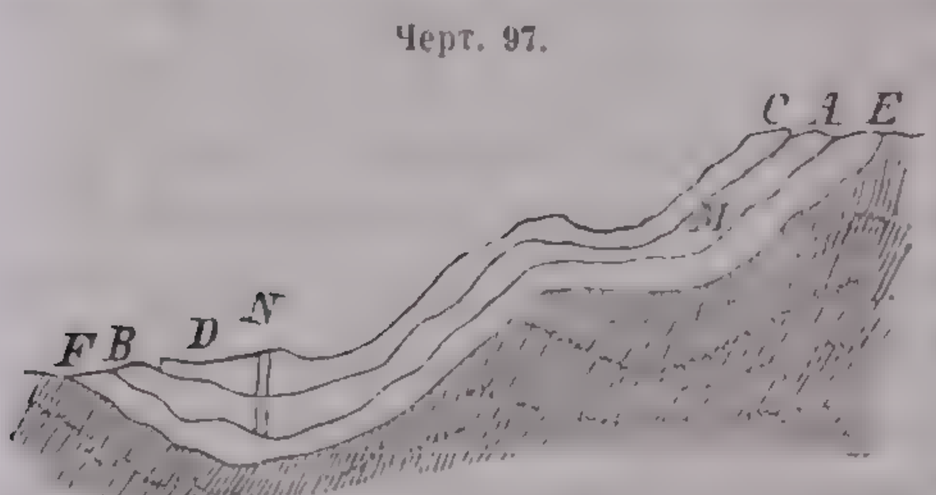
27. Вода, находящаяся на поверхности материковъ въ видѣ источниковъ, рѣкъ, озеръ и болотъ, отличается въ большинствѣ случаевъ отъ морской воды незначительнымъ содержаніемъ солей и наз. *прѣсною водою*.

28. **Источники**. Пары воды, образующіе въ атмосферѣ туманы и облака, охлаждаясь, падаютъ на поверхность земли въ видѣ дождя или снѣга. Вода дождевая и происходящая отъ таянія снѣга частію снова испаряется, частію стекаетъ по поверхности въ существующіе на ней резервуары воды, какъ то рѣки, озера, болота, и наконецъ частію просачивается сквозь нѣкоторые рыхлые слои, напр. слои песку, извести и проч.,

пока не встрѣтятъ непроницаемаго для себя слоя, напр. слоя глины. Собираясь на его поверхности, вода слѣдуетъ по покатости слоя и появляется въ видѣ источника въ болѣе низкихъ мѣстахъ, гдѣ слой выходитъ на поверхность земли.

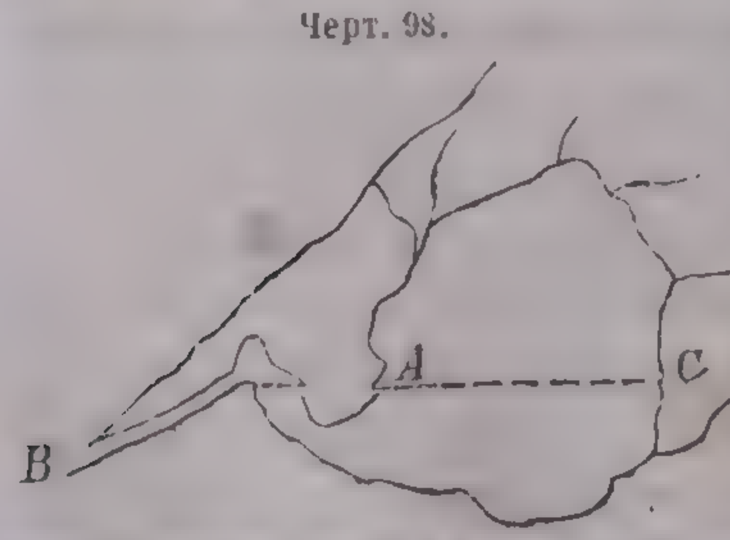
29. Артезіанскіе колодцы. Если проницаемый для воды слой AB (черт. 97) лежитъ между двумя непроницаемыми слоями CD и EF и одна часть его, напр. M, лежитъ выше той части B, которая выходитъ наружу, то вытекающая вода, стремясь по закону гидростатики достигнуть того же уровня, какой она имѣетъ въ M, будетъ бить вверхъ въ видѣ фонтана. Въ мѣстѣ N, гдѣ слой, содержащій воду, лежитъ не на поверхности, можно получить источникъ искусственнымъ образомъ; стоитъ только пробуравить верхній непроницаемый слой CD; подобные источники наз. *артезіанскими колодцами* отъ французской провинціи Артуа, гдѣ они находятся въ значительномъ количествѣ.

Черт. 97.



30. Перемежающіеся источники. Большая часть источниковъ течетъ непрерывно, потому что убыль воды, вытекающей изъ нихъ, вознаграждается водою, падающею изъ атмосферы; впрочемъ есть и такіе, которые перестаютъ течь черезъ опредѣленные промежутки времени: они наз. *перемежающимися*. Періодичность истеченія можетъ происходить отъ различныхъ причинъ; такъ напр. если источникъ получаетъ воду изъ резервуара (черт. 98) A, сообщающагося съ наружною поверхностью посредствомъ изогнутаго канала AB, нѣкоторыя части котораго лежатъ выше того мѣста, гдѣ каналъ выходитъ изъ резервуара. Если уровень воды въ резервуарѣ будетъ выше AC, то вода

Черт. 98.



будетъ вытекать изъ отверстія B; а какъ скоро вода достигнетъ уровня AC, то истеченіе прекратится до тѣхъ поръ, пока уровень воды въ резервуарѣ снова не будетъ выше AC.

Къ числу наиболѣе замѣчательныхъ перемежающихся источниковъ принадлежатъ ключи горячей воды, находящіеся на островѣ Исландіи; изъ нихъ *Большой Гейзеръ* и *Строкръ* выбрасываютъ періодически столбы горячей воды на высоту ста и болѣе футовъ. Эти періодическія изверженія Бунзенъ объяснилъ слѣдующимъ образомъ. Каналъ, изъ котораго происходитъ изверженіе воды въ Большомъ Гейзерѣ, представляетъ вертикальную трубку длиною въ 70 футовъ; температура воды, находящейся въ немъ, увеличивается съ глубиною; но, какъ показываютъ непосредственныя измѣренія, даже за нѣсколько минутъ до изверженія ни въ какомъ мѣстѣ не достигаетъ температуры, при которой должна кипѣть вода при соотвѣтствующемъ давленіи. Такъ на поверхности воды температура ея равна только 70° R., на глубинѣ 40 футовъ 97° R., тогда какъ температура кипѣнія воды, находящейся подъ давленіемъ атмосферы и еще 40 футовъ воды, равна 99°; на самомъ днѣ канала, на глубинѣ 70 футовъ, вода имѣетъ температуру 102°, т. е. 6° ниже той, при которой должна кипѣть вода, находящаяся подъ давленіемъ атмосферы и столба воды въ 70 футовъ. Если же случится, что какой нибудь слой воды, напр. имѣющій температуру 97°, поднимется, сохраняя свою температуру, до такого мѣста канала, гдѣ температура кипѣнія воды при соотвѣтствующемъ давленіи именно равна 97°, то онъ начинаетъ кипѣть и обращается въ пары, которые выбрасываютъ столбъ воды, находящійся надъ ними, и освобождаетъ такимъ образомъ всѣ нижніе слои отъ производимаго на нихъ давленія. Черезъ это всѣ они разомъ обращаются въ пары и выбрасываютъ остальную воду вверхъ въ видѣ фонтана.

31. **Минеральные источники.** Вода источниковъ, проходя черезъ различные слои земли, растворяетъ содержащіяся въ нихъ соли и поэтому никогда не бываетъ совершенно чиста; впрочемъ въ большинствѣ случаевъ количество солей, содержащихся въ водѣ, такъ мало, что не измѣняетъ ея вкуса. Только въ нѣкоторыхъ,

сравнительно рѣдкихъ, случаяхъ вода источниковъ имѣетъ особенный вкусъ отъ растворенныхъ въ ней въ значительномъ количествѣ солей или газовъ; такіе источники наз. *минеральными.* Вещества, содержащіяся въ водѣ, суть различныя соли желѣза, магнезіи, поваренная соль, углекислый газъ, сѣрнистоводородный газъ и другія, и поэтому минеральныя воды наз. *желѣзными, сѣрными, солеными, кислыми* и проч. Вода нѣкоторыхъ источниковъ, содержащая въ растворѣ углекислую известь, выдѣляя при выходѣ своемъ на поверхность земли углекислоту, осаждаетъ известь, и потому предметы, погруженные въ такую воду, покрываются по прошествіи нѣкотораго времени твердою корою, состоящею изъ извести и наз. *синтромъ.* Такіе источники наз. *инкрустирующими*; примѣръ ихъ представляютъ *Шпрудель* въ Карлсбадѣ, *Травертино* въ Тиволи и въ особенности источникъ, находящійся въ S Америкѣ близъ города Гуанкавелика, недалеко отъ Лимы. Къ числу такихъ же источниковъ относится и Гейзеръ, горячая вода котораго содержитъ въ растворѣ кремнеземъ, осаждающійся при ея охлажденіи.

32. **Температура источниковъ.** Температура воды источниковъ бываетъ различна; если она выше температуры воздуха, то такіе источники наз. *теплыми.* Такъ какъ они находятся или въ сосѣдствѣ съ дѣйствующими вулканами, напр. Гейзеръ, или въ такихъ мѣстностяхъ, гдѣ строеніе горныхъ породъ указываетъ на прежнее дѣйствіе вулканическихъ силъ, то весьма вѣроятно, что высокая температура ихъ происходитъ отъ внутренней теплоты земнаго шара и потому она будетъ тѣмъ выше, чѣмъ изъ большей глубины выходитъ источникъ. Изъ постоянныхъ теплыхъ источниковъ самую высокую температуру имѣютъ два источника въ Америкѣ: одинъ въ Венецуэльской республикѣ, а другой въ Мексикѣ, близъ Гуанахуато; ихъ температура достигаетъ 77°. Большинство минеральныхъ источниковъ принадлежитъ къ числу *теплыхъ*; температура ихъ измѣняется между 40° и 60°.

34. **Рѣки.** Воды источниковъ, стремясь отъ дѣйствія тяжести стекать въ мѣста, болѣе низкія, образуютъ *ручьи*, которые, сливаясь вмѣстѣ, составляютъ *рѣки.* Рѣки также текутъ изъ

возвышенныхъ мѣстъ въ мѣста, лежащія ниже; наклонъ поверхности суши, по которому течетъ рѣка, наз. *паденіемъ* ея; углубленіе, въ которомъ течетъ рѣка—*русломъ* или *ложемъ*; мѣсто, гдѣ рѣка беретъ свое начало—*истокомъ*, а конецъ рѣки —*устьемъ*. Иныя рѣки впадаютъ въ озера или моря, другія вливаютъ свои воды въ русло другой рѣки и наз. тогда ея *притоками*. Мѣстность, орошаемая рѣкою и ея притоками, наз. *бассейномъ рѣки*. Со всѣхъ сторонъ, исключая устья, бассейнъ рѣки бываетъ окруженъ рядомъ высокихъ мѣстъ, какъ то горъ, холмовъ и часто даже возвышеній, незамѣтныхъ для глаза; этотъ поясъ возвышенностей, отдѣляющій сосѣдніе бассейны двухъ рѣкъ, наз. *водораздѣльною линіею* или *водораздѣломъ*. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ эта линія прерывается, притоки одной рѣки могутъ сливаться съ притоками другой; примѣръ подобнаго соединенія представляетъ Ориноко, притокъ которой Кассиквіаре сливается съ Ріо-Негро, притокомъ Амазонки.

Скорость теченія рѣки зависитъ съ одной стороны отъ ея паденія, съ другой также отъ массы воды, уносимой рѣкою; чѣмъ больше паденіе рѣки, тѣмъ теченіе будетъ быстрѣе; равнымъ образомъ быстрота теченія увеличивается съ увеличеніемъ массы текущей воды; примѣръ этого мы видимъ въ нѣкоторыхъ рѣкахъ, имѣющихъ весьма небольшую скорость въ сухое время года и представляющихъ значительную быстроту весною при таяніи снѣговъ. Масса воды, пріобрѣтя разъ скорость, продолжаетъ движеніе даже и въ тѣхъ случаяхъ, когда паденіе равно нулю. Такъ Амазонка возлѣ устья имѣетъ паденіе, не превышающее $4^1/_2$ арш. на разстояніи 1000 верстъ; а между тѣмъ теченіе ея такъ сильно, что прѣсныя воды ея не смѣшиваются съ водами океана даже на разстояніи 350 верстъ отъ устья.

Если русло рѣки пересѣкается кряжемъ горъ, то въ ней образуются *пороги*, т. е. такія мѣста, гдѣ вода съ шумомъ прорывается между скалами; если же дно рѣки представляетъ уступъ, то масса воды, падая сверху внизъ, образуетъ *каскады*, когда высота паденія незначительна, и *водопады*, если вода падаетъ съ высоты нѣсколькихъ десятковъ или даже сотенъ футовъ,

Рѣки, размывая почву въ одномъ мѣстѣ, отлагаютъ унесенныя вещества въ другомъ: такимъ образомъ песокъ и илъ, приносимые къ устью рѣки, осѣдаютъ на дно и образуютъ мало по малу при устьѣ рѣки полосу наносной и чрезвычайно плодородной земли, наз. *дельтою*. Такія дельты находятся при устьѣ всѣхъ большихъ рѣкъ: Нила, Ганга, Миссисипи и проч.

84. **Озера**. Озерами наз. большія массы воды, окруженныя землею и не имѣющія или совершенно сообщенія съ океаномъ, или сообщающіяся съ нимъ посредствомъ рѣкъ. Озера можно раздѣлить на два класса: *прѣсныя* и *соленыя*. Первыя представляютъ ничто иное, какъ объусловливаемое мѣстностью расширеніе русла рѣки, которая протекаетъ черезъ нихъ; къ числу такихъ озеръ принадлежатъ Женевское, представляющее расширеніе русла Роны, Констанское — расширеніе русла Рейна и проч. Озера втораго класса не имѣютъ никакихъ истоковъ, и, содержа соленую воду, составляютъ, вѣроятно, части прежняго океана, оставшіяся въ болѣе низкихъ мѣстахъ материковъ послѣ поднятія ихъ выше морскаго уровня; къ числу такихъ озеръ относятся моря: Каспійское, Аральское, Мертвое.

35. **Болота**. Не глубокія стоячія воды, не мѣшающія развиваться растительности, наз. *болотами*. Онѣ происходятъ главнымъ образомъ отъ того, что вода дождевая или вода источниковъ, собираясь въ низкихъ мѣстахъ, застаивается на поверхности, потому что встрѣчаетъ на нѣкоторой глубинѣ непроницаемые слои глины. Изъ обширныхъ болотъ въ Европѣ можно указать на Пинскія болота, находящіяся въ Минской губерніи; на Понтійскія болота, извѣстныя своими лихорадками; но самыя большія болота изъ существующихъ на землѣ суть *тундры*, занимающія большую часть Архангельской губерніи и огромныя пространства въ сѣверной Сибири.

36. **Измѣненія твердой поверхности земли дѣйствіемъ водъ**. Чтобы получить понятіе о тѣхъ измѣненіяхъ, которыя можетъ производить вода въ твердой поверхности земли, стоитъ только вспомнить, что поверхность материковъ состоитъ большею частью изъ нептуническихъ породъ, происшедшихъ черезъ осажденіе изъ воды нерастворимыхъ частей, вымытыхъ ею изъ

твердой коры земнаго шара. Это съ одной стороны разрушающее, съ другой образовательное дѣйствіе воды продолжается и по нынѣ. Горные потоки разрушаютъ твердыя горныя породы отчасти механически, отчасти химически, растворяя нѣкоторыя составныя части ихъ, и осаждаютъ нерастворимые остатки этихъ породъ въ низменностяхъ, по берегамъ рѣкъ, также на днѣ озеръ и морей; подобнымъ образомъ, какъ мы видѣли, образуются дельты рѣкъ. Массы песку и ила, наносимаго въ устья рѣкъ, преграждаютъ входъ въ гавани, уничтожаютъ торговлю и производятъ нездоровыя болотистыя мѣстности. Одной изъ причинъ сильнаго распространенія наносныхъ слоевъ въ устьяхъ рѣкъ, впадающихъ въ Средиземное море, вѣроятно, надо считать отсутствіе въ немъ прилива и отлива, очищающихъ отъ ила устья рѣкъ, впадающихъ въ океанъ.

Море также принимаетъ большое участіе въ разрушеніи и образованіи твердой части земли; въ однихъ мѣстахъ волны отрываютъ отъ берега глыбы земли, размельчаютъ ихъ и отлагаютъ въ другихъ мѣстахъ; такимъ образомъ происходятъ цѣлыя новыя полосы плодородной земли, годъ отъ году увеличивающіяся въ нѣкоторыхъ мѣстахъ. Таково напр. увеличеніе W берега Франціи въ департаментѣ Вандейскомъ, гдѣ остатки англійскаго корабля, разбившагося въ половинѣ прошлаго столѣтія близъ морскаго берега, найдены были въ нынѣшнемъ среди обработаннаго поля. Въ другихъ мѣстахъ, какъ напр. на N берегу Нидерландовъ, волны моря выбрасываютъ песокъ и образуютъ холмы, извѣстные подъ названіемъ *дюнъ*. Вода, замерзая въ трещинахъ скалъ и увеличиваясь при этомъ въ объемѣ, расширяетъ эти трещины и производитъ въ горныхъ мѣстностяхъ обвалы цѣлыхъ горъ; примѣромъ такихъ обваловъ можетъ служить обвалъ горы Россбергъ въ долинѣ Гольдау въ 1806 г., стоившій жизни 484 человѣкамъ. Иногда даже случается, что верхніе слои, скользя по размытымъ водою нижнимъ слоямъ, спускаются со всѣмъ тѣмъ, что на нихъ находится, лѣсами, зданіями и проч. въ мѣста, болѣе низкія.

МЕТЕОРОЛОГІЯ.

37. **Предметъ метеорологіи.** *Метеорологіей* называется *часть Физической Географіи, разсматривающая явленія, происходящія въ земной атмосферѣ.*

38. **Химическій составъ воздуха.** Опыты, сдѣланные въ различныхъ мѣстахъ земной поверхности, показали, что атмосферный воздухъ есть смѣсь двухъ газовъ: кислорода и азота; 100 частей воздуха содержатъ (по объему) 21 часть кислорода и 79 частей азота; кромѣ этого въ воздухѣ находится немного угольной кислоты, а также водяные пары, количество которыхъ измѣняется. Хотя кислородъ, какъ извѣстно, истрачивается при горѣніи и поглощается животными при дыханіи, а угольная кислота выдѣляется при тѣхъ же процессахъ въ атмосферу, но за то при питаніи растеній происходитъ обратное: а именно, зеленыя части растеній, подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта, разлагаютъ угольную кислоту, и всасывая углеродъ, возвращаютъ воздуху кислородъ, употребленный на горѣніе и дыханіе, такъ что составъ воздуха остается безъ перемѣны.

39. **Высота атмосферы.** Такъ какъ воздухъ есть вещество упругое и частицы его стремятся отталкиваться, то казалось бы, что онѣ должны распространиться по всему небесному пространству; но такъ какъ плотность и температура воздуха, а слѣд. и упругость его, уменьшаются по мѣрѣ поднятія въ атмосферу, то на нѣкоторомъ разстояніи отъ земной поверхности должна находится граница, гдѣ упругость воздуха уравновѣшивается притяженіемъ земли, и за этой границей должно быть уже пустое пространство; поэтому она и будетъ предѣломъ атмосферы. Гдѣ именно, на какой высотѣ отъ земной поверхности, находится этотъ предѣлъ—это вопросъ, еще нерѣшенный: сперва полагали, что высота атмосферы заключается между 30 и 60 верстами; но на основаніи нѣкоторыхъ наблюденій надъ падающими звѣздами и болидами слѣдуетъ принять высоту атмосферы=300 верстъ.

I.

ИЗМѢНЕНІЯ АТМОСФЕРНАГО ДАВЛЕНІЯ.

10. Періодическія измѣненія высоты барометра. Изъ Физики извѣстно, что давленіе атмосферы измѣряется высотою ртутнаго столба въ барометрѣ. Наблюдая барометръ въ продолженіе нѣсколькихъ дней, легко замѣтить, что высота его измѣняется не только ежедневно, но даже по нѣскольку разъ въ день. Эти измѣненія для различныхъ широтъ не одинаковы; меньше всего онѣ въ странахъ тропическихъ, гдѣ притомъ онѣ слѣдуютъ весьма простому періоду. Періодъ этотъ былъ замѣченъ въ первый разъ Гумбольдтомъ, который могъ даже опредѣлять время съ точностью $1/4$ часа, при одномъ взглядѣ на барометръ. Онъ нашелъ, что высота барометра бываетъ наибольшая около 10 час. утра и 10 час. вечера, а наименьшая около 4 часовъ утра и вечера. Въ высшихъ широтахъ высота барометра такъ часто подвергается случайнымъ измѣненіямъ, что весьма трудно найти въ нихъ какую нибудь періодичность; однако если дѣлать наблюденія надъ барометромъ въ теченіе довольно продолжительнаго времени, напр. каждый часъ въ теченіе года, потомъ взять ариѳметическое среднее изъ всѣхъ 365 наблюденій, произведенныхъ въ одни тѣ же часы, то эти среднія числа ясно покажутъ существованіе того же закона и въ нашихъ широтахъ, съ тою только разницею, что разность между наибольшей и наименьшей высотами въ теченіе сутокъ, или такъ называемая *амплитуда измѣненія*, уменьшается съ увеличеніемъ широты, и въ широтѣ 60° — 70° она равна нулю, то есть тамъ суточный періодъ измѣненій барометра уже совершенно изчезаетъ.

11. Средняя высота барометра. Средняя высота барометра въ какомъ нибудь мѣстѣ получается слѣдущимъ образомъ. наблюдая каждый часъ высоту барометра, складываютъ всѣ наблюденія и дѣлятъ сумму на 24—получаютъ среднюю суточную высоту; затѣмъ имѣя 365 такихъ высотъ, находятъ среднюю годичную высоту; наконецъ изъ нѣсколькихъ среднихъ

годичныхъ высотъ опредѣляютъ среднюю высоту барометра въ данномъ мѣстѣ и потомъ приводятъ ее къ уровню моря, то есть вычисляютъ, какова бы она была, еслибъ данное мѣсто находилось на уровнѣ моря. Такія наблюденія показали, что среднее давленіе атмосферы не во всѣхъ мѣстахъ одинаково; вблизи экватора оно = 758 миллим. (29, 9 дюй.); далѣе оно увеличивается и между 30° и 40° широты достигаетъ maximum-762 мил. (30, 40 дюй.), затѣмъ опять уменьшается и въ широтѣ 50° оно равно 760 милл. (30 дюй.), а въ странахъ околополярныхъ — 756 милл. (29, 8 дюй.)

42. **Неправильныя измѣненія высоты барометра**. Мы уже говорили, что въ нашихъ широтахъ высота барометра подвержена частымъ случайнымъ измѣненіямъ; относительно ихъ можно замѣтить, что онѣ всегда противоположны измѣненіямъ показаній термометра, то есть когда температура возвышается, то барометръ падаетъ — и наоборотъ. Отсюда слѣдуетъ, что сгущеніе и разрѣженіе воздуха, производящія измѣненія въ высотѣ барометра, зависятъ отъ дѣйствія теплоты. Дѣйствительно, еслибы на всемъ земномъ шарѣ температура воздуха была постоянна, то не было бы въ атмосферѣ никакихъ токовъ и барометръ показывалъ бы вездѣ одинакую высоту. Но если въ одной мѣстности температура увеличится, то воздухъ расширится, поднимется вверхъ и давленіе его уменьшится; въ тѣхъ же мѣстахъ, куда перейдетъ воздухъ, барометръ будетъ подниматься.

43. Чтобъ объяснить правильныя измѣненія высоты барометра, замѣтимъ, что такъ какъ въ воздухѣ постоянно находятся водяные пары, и притомъ въ различныхъ количествахъ, то давленіе атмосферы всегда равно суммѣ давленій сухаго воздуха и пара. Первое давленіе будетъ наибольшее въ самое холодное время дня, а второе въ самое жаркое — и обратно; и еслибы измѣненія въ давленіи сухаго воздуха и пара были равны, то высота барометра въ продолженіе сутокъ не измѣнялась бы, потому что на сколько она увеличилась бы отъ увеличенія давленія пара при возвышеніи температуры, на столько же уменьшилась бы отъ уменьшенія давленія сухаго воздуха.

Но эти измѣненія не равны, и отъ того происходитъ, что высота барометра два раза въ сутки достигаетъ своего maximum и два раза minimum.

14. Зависимость между показаніями барометра и погодою. Уже первые наблюдатели барометра замѣтили связь, существующую между его показаніями и погодою, и до сихъ поръ на обыкновенныхъ продажныхъ барометрахъ различныя высоты ртутной колонны отмѣчаются названіями: ясно, перемѣнно, дождь, хотя во многихъ случаяхъ состояніе погоды вовсе не соотвѣтствуетъ такому истолкованію показаній барометра. Часто напр. идетъ дождь, когда барометръ стоитъ высоко, и наоборотъ устанавливается хорошая погода при пониженіи барометра. Дѣло въ томъ, что у насъ погода есть цѣлая сумма явленій, до такой степени случайныхъ, что предсказаніе ея, при настоящемъ состояніи науки, есть дѣло невозможное. Однакожь главнымъ образомъ погода зависитъ отъ вѣтра. Какъ увидимъ ниже, мы находимся попеременно на днѣ двухъ воздушныхъ потоковъ: полярнаго или сѣверовосточнаго и экваторіальнаго — югозападнаго. Первый приноситъ воздухъ сухой и холодный — барометръ возвышается, погода дѣлается ясною; второй приноситъ воздухъ теплый и влажный, барометръ падаетъ — и погода можетъ сдѣлаться пасмурною. Вообще можно сказать, что если барометръ въ теченіе нѣсколькихъ дней поднимается и притомъ постепенно, то можно ожидать сухой погоды; при непрерывномъ паденіи можно ожидать дождя, и то эти признаки можно считать справедливыми только для Европы; въ другихъ странахъ можетъ быть и обратное явленіе. Быстрое паденіе барометра обыкновенно предсказываетъ бурю.

II.

ЯВЛЕНІЯ ЗАВИСЯЩІЯ ОТЪ ТЕПЛОТЫ.

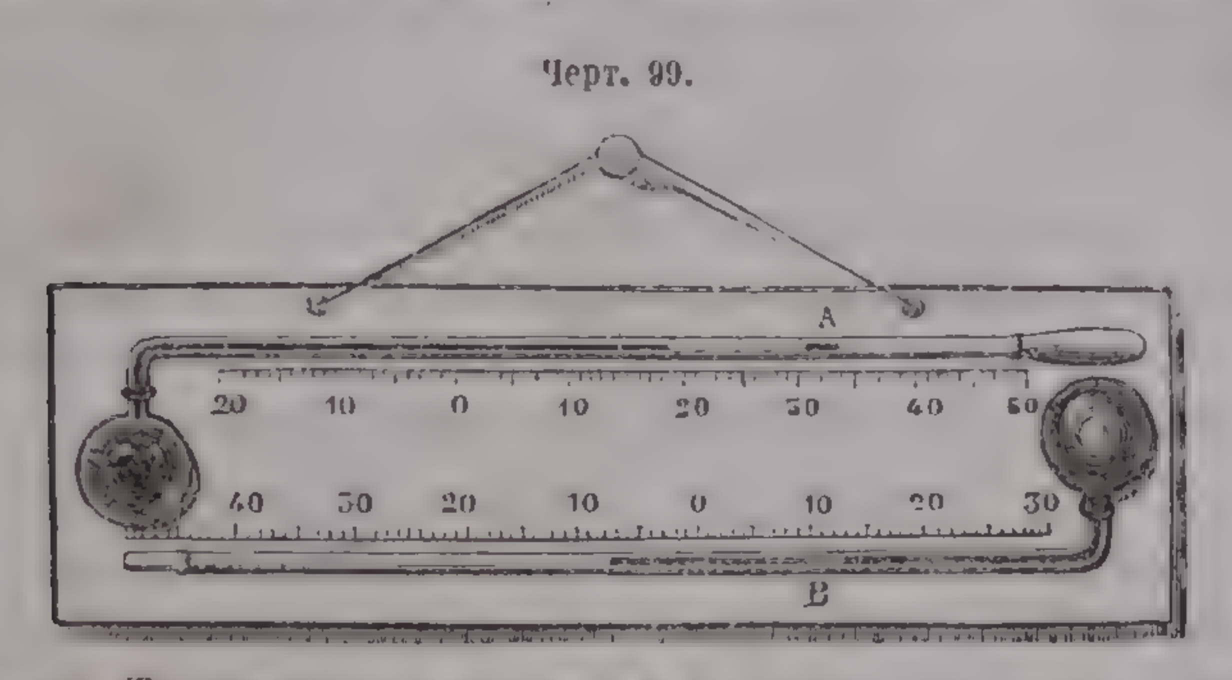
15. Суточныя измѣненія температуры воздуха. Для того, чтобы наблюдать съ возможной точностью температуру воздуха, нужно повѣсить термометръ въ тѣни, не слишкомъ близко къ стѣнѣ, на сѣверной сторонѣ зданія и на разстояніи около са-

женіи отъ земли. Наблюдая какъ можно чаще такой термометръ, замѣтимъ, что температура воздуха безпрерывно измѣняется; изъ многочисленныхъ наблюденій найдено, что наибольшая температура бываетъ въ 2 часа лѣтомъ и въ часъ пополудни зимою, наименьшая около времени восхода солнца. Чтобы объяснить эти явленія, замѣтимъ, что земля получаетъ теплоту отъ солнца, но съ тѣмъ вмѣстѣ и испускаетъ ее въ видѣ лучей, и притомъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ болѣе она нагрѣта; такъ какъ воздухъ есть вещество теплопрозрачное, то онъ очень мало нагрѣвается непосредственно лучами солнца, а нагрѣвается уже отъ прикосновенія къ землѣ. Вмѣстѣ съ восходомъ солнца земля и прилежащіе къ ней слои воздуха начинаютъ нагрѣваться; по мѣрѣ того, какъ солнце болѣе и болѣе поднимается надъ горизонтомъ, увеличивается уголъ паденія лучей его, а слѣд. и количество теплоты, получаемой землею; вмѣстѣ съ тѣмъ земля и испускаетъ теплоту; но какъ земля теряетъ меньше тепла, чѣмъ сколько его получаетъ, то температура постепенно увеличивается; послѣ полудня земля начинаетъ получать меньше теплоты, но температура продолжаетъ еще увеличиваться нѣкоторое время, потому что приходъ тепла все еще больше потери его чрезъ лучеиспусканіе; около 2-хъ часовъ лѣтомъ и 1 часа зимою приходъ и расходъ теплоты сравняются, и это будетъ моментъ наибольшей температуры; затѣмъ расходъ становится больше прихода, температура понижается (въ особенности ночью, когда земля вовсе не получаетъ теплоты) и достигаетъ своего minimum около времени восхода солнца; съ появленіемъ солнца начинаетъ опять возвышаться температура и явленіе повторяется опять въ томъ же порядкѣ.

46. **Средняя температура сутокъ.** Средней температурой сутокъ наз. ариѳметическое среднее число изъ 24 наблюденій, сдѣланныхъ въ каждый часъ этихъ сутокъ. Опытъ показалъ впрочемъ, что ариѳметическое среднее число трехъ наблюденій, сдѣланныхъ при восходѣ солнца, въ полдень и при закатѣ солнца, также даетъ приблизительно среднюю температуру сутокъ; наконецъ по мнѣнію Гумбольдта достаточно взять среднее изъ наибольшей и наименьшей температуры въ теченіе сутокъ.

Для опредѣленія наибольшей и наименьшей температуры, бывшей въ теченіе какого нибудь промежутка времени, употребляется *термометрографъ Рутерфорда*. Онъ состоитъ изъ двухъ термометровъ А и В (чер. 99), расположенныхъ горизонтально

Черт. 99.



на доскѣ. Термометръ А ртутный и назначается для показанія наибольшей температуры; въ трубкѣ его помѣщена надъ ртутью стальная иголка А, которая не смачивается ртутью; предположимъ, что она находится въ соприкосновеніи съ ртутнымъ столбикомъ. При увеличеніи температуры ртуть, расширяясь, будетъ подвигать иголку къ концу трубки; если же произойдетъ охлажденіе, то ртуть начнетъ сжиматься, а иголка останется на томъ же мѣстѣ, куда была отодвинута; слѣд. лѣвый конецъ ея покажетъ наибольшую температуру, какая была въ промежутокъ времени между двумя наблюденіями. Для опредѣленія minimum температуры употребляется термометръ спиртовой; внутри спиртовой колонны находится стеклянный цилиндрикъ, который смачивается спиртомъ; при возвышеніи температуры спиртъ проходитъ между стѣнками трубки и цилиндрикомъ, который такимъ образомъ остается на мѣстѣ, а при уменьшеніи спиртъ сжимается, и потомъ когда дойдетъ до оконечности цилиндрика, то вслѣдствіе силы прилипанія, онъ потянетъ его за собой; такимъ образомъ наружный конецъ его отмѣтитъ наименьшую температуру. Чтобы произвести наблюденіе съ помощью этого прибора, нужно сначала оба указателя привести къ уровню жидкостей въ термометрическихъ трубкахъ; для этого приборъ наклоняютъ влѣво (иногда при этомъ стальную иголку приводятъ посредст-

вомъ магнита), за тѣмъ ставятъ дощечку горизонтально; если черезъ нѣсколько времени мы замѣтимъ, что лѣвый конецъ стальной иголки показываетъ напр. 23°, а стекляннаго цилиндрика — 3°, то средняя температура въ продолженіе этого промежутка времени была $\frac{23^0+3^0}{2}=13^0$.

17. **Годичныя измѣненія температуры.** Изъ разсмотрѣнія среднихъ температуръ сутокъ оказалось, что наибольшая температура въ теченіе года бываетъ около половины іюля, а наименьшая въ началѣ января. Почему эти температуры не совпадаютъ съ длиннѣйшимъ и кратчайшимъ днями (9 Іюня и 9 декаб.), какъ бы слѣдовало ожидать, такъ какъ въ эти дни высота солнца и продолжительность его пребыванія надъ горизонтомъ, а слѣд. и согрѣвательная сила лучей бываетъ наибольшая и наименьшая — это объясняется совершенно также, какъ мы объяснили причину суточныхъ измѣненій температуры; то есть, хотя послѣ 9 Іюня, съ сокращеніемъ дней, земля уже менѣе получаетъ теплоты, но какъ количество теряемой теплоты все еще менѣе получаемой, то температура продолжаетъ возвышаться до тѣхъ поръ, пока приходъ и расходъ теплоты не сравняются. Точно также послѣ 9 Декабря земля начинаетъ получать больше тепла, но до начала Января потеря все еще больше полученія.

18. **Средняя температура мѣста.** Сложивъ среднія температуры всѣхъ дней въ году и раздѣливъ сумму на число дней, найдемъ среднюю температуру года; а изъ нѣсколькихъ годичныхъ температуръ опредѣлимъ среднюю температуру мѣста. Такимъ образомъ оказалось, что средняя температура Москвы = 3°, 6; Петербурга = 3°; Парижа = 8°, 6, Лондона = 8°, 4; Якутска = — 8°, 8 и т. д. Еслибы земля была правильнымъ эллипсоидомъ вращенія и имѣла бы совершенно однородную поверхность, напр. была бы вся покрыта водою, то всѣ мѣста, лежащія въ одной широтѣ, имѣли бы одинакую среднюю температуру, такъ какъ всѣ онѣ получаютъ одинакое количество теплоты, потому что это количество зависитъ отъ высоты солнца и продолжительности дня, которыя для всѣхъ мѣстъ, лежа-

щихъ въ одной параллели, одинаковы. Но поверхность земли не однородна: въ однихъ мѣстахъ она состоитъ изъ твердыхъ веществъ, въ другихъ изъ воды; вслѣдствіе этого распредѣленіе температуры на землѣ не представляетъ правильности, и на среднюю температуру мѣста имѣетъ вліяніе то, находится ли оно въ равнинѣ или на горѣ, а также внутри материка или близь моря. Разсмотримъ теперь вліяніе этихъ причинъ.

49. **Зависимость средней температуры мѣста отъ высоты его надъ уровнемъ моря.** Поднимаясь вверхъ на аэростатѣ или восходя на гору, мы замѣтимъ, что температура воздуха уменьшается по мѣрѣ восхожденія; точно также и средняя температура мѣста бываетъ тѣмъ меньше, чѣмъ выше оно лежитъ надъ уровнемъ моря. Это уменьшеніе температуры объясняется тѣмъ, что воздухъ вслѣдствіе своей теплопрозрачности, какъ мы уже видѣли, нагрѣвается весьма мало отъ непосредственнаго дѣйствія солнечныхъ лучей, а преимущественно получаетъ теплоту отъ соприкосновенія съ поверхностью земли; поэтому температура нижнихъ частицъ его должна быть выше, чѣмъ верхнихъ; притомъ нижніе слои, нагрѣваясь, поднимаются вверхъ, но отъ уменьшенія давленія расширяются, теплоемкость ихъ дѣлается больше, то есть чтобъ показывать ту же температуру, какъ внизу, они должны поглотить больше теплоты; поэтому они охлаждаются; а верхніе, холодные, опускаясь, попадаютъ въ мѣста, гдѣ давленіе больше, вслѣдствіе чего они сжимаются и выдѣляютъ теплоту. Поэтому нижніе слои воздуха не приносятъ вверхъ своей теплоты, а также верхніе не приносятъ внизъ той низкой температуры, которую они имѣли прежде, и слѣд., не смотря на перемѣшиваніе слоевъ, температура внизу будетъ выше, чѣмъ вверху. Наблюденія показали, что поднятіе на каждые 700 фут. понижаетъ температуру на 1° R. Замѣтимъ еще, что чѣмъ выше мы будемъ подниматься въ атмосферу, тѣмъ меньше становятся замѣтными суточныя и годичныя измѣненія температуры; на этомъ основаніи нужно полагать, что за предѣлами атмосферы температура постоянная и притомъ очень низкая; ее считаютъ по крайней мѣрѣ въ —50°.

50. **Горная флора.** Поднимаясь на высокую гору, мы испы-

тываемъ такія же измѣненія температуры, какія бы испытали при переходѣ изъ мѣста, лежащаго при подошвѣ горы, въ мѣста, имѣющія высшія широты, и такъ какъ для развитія каждаго растенія необходима извѣстная средняя температура, то съ поднятіемъ на гору мы будемъ замѣчать въ мѣстной флорѣ такія же перемѣны, какъ при приближеніи къ полюсамъ; у подошвы горы будутъ находиться растенія, соотвѣтствующія средней температурѣ мѣста; затѣмъ встрѣтятся растенія, которыя свойственны высшимъ широтамъ; далѣе температура сдѣлается такъ низка, что попадутся только мхи и лишаи, наконецъ прекращается всякая растительность и на извѣстной высотѣ гора покрыта вѣчнымъ, никогда не растаивающимъ, снѣгомъ. Эти измѣненія климата поразительнѣе въ горахъ странъ тропическихъ; такъ при поднятіи на гору Чимборасо, лежащую почти на экваторѣ, Гумбольдтъ видѣлъ растенія, свойственныя всѣмъ климатамъ земли, начиная съ пальмовыхъ и ліановыхъ лѣсовъ и оканчивая мхами.

51. **Снѣжная линія**. Нижній предѣлъ вѣчнаго снѣга наз. *снѣжной линіей*. Снѣжная линія находится въ томъ мѣстѣ горы, гдѣ количество выпадающаго снѣга равно количеству растаивающаго; высота ея въ различныхъ мѣстахъ различна; вообще, въ тропическихъ странахъ снѣжная линія лежитъ выше, чѣмъ въ умѣренныхъ или холодныхъ, потому что въ тропическихъ мѣстностяхъ, гдѣ температура при подошвѣ горы выше, нужно, очевидно, подняться на бо́льшую высоту, чтобъ достигнуть вѣчнаго снѣга; впрочемъ эта высота зависитъ отъ разныхъ обстоятельствъ; въ нашемъ полушаріи она всегда бываетъ больше на S, чѣмъ на N сторонѣ горы, потому что на первой снѣгъ таетъ сильнѣе; исключеніе изъ этого составляютъ только Гималайскія горы, гдѣ снѣжная линія на 3600 фут. выше на N сторонѣ; причина этого состоитъ во первыхъ въ томъ, что влажные южные вѣтры Индѣйскаго океана накопляютъ на S склонѣ болѣе снѣгу, а во вторыхъ съ N стороны прилегаетъ къ хребту высокая равнина Тибета, и воздухъ теплѣе съ N, чѣмъ съ S стороны.

52. **Ледники**. Отъ вѣчнаго снѣга нѣкоторыхъ горъ отры-

ваются массы льда и снѣга и спускаются въ долины и ложбины; снѣгу этого можетъ накопиться столько, что солнце въ теченіе лѣта не въ состояніи растопить эту массу. Такія массы снѣга наз. *ледниками* или *глетчерами*. Въ продолженіе лѣта снѣгъ сильно таетъ днемъ; вода, образовавшаяся при этомъ, просачивается внизъ, но ночью большей частью опять замерзаетъ; такимъ образомъ снѣгъ мало по малу превращается въ ледъ. Обыкновенно нижняя часть ледника состоитъ изъ чистаго, прозрачнаго льда; выше ледъ становится менѣе прозрачнымъ и переходитъ въ зернистую массу, наз. *фирномъ*; наконецъ еще выше фирнъ обращается въ снѣгъ. Ледники находятся во всѣхъ горахъ, возвышающихся выше снѣжной линіи; въ умѣренныхъ и холодныхъ поясахъ они встрѣчаются чаще, чѣмъ въ горахъ тропическихъ странъ; особенно много ихъ въ Альпахъ. Замѣтимъ, что ледники не остаются въ покоѣ, а постепенно движутся внизъ вслѣдствіе своей тяжести. Вмѣстѣ съ ледникомъ движутся и всѣ тѣла, находящіяся на немъ, и такимъ образомъ постепенно приближаются къ нижнимъ краямъ его; такъ на этихъ краяхъ обыкновенно замѣчаютъ накопленіе камней.

53. **Температура внутри земли. Собственная теплота земнаго шара.** По мѣрѣ углубленія въ землю температура становится постояннѣе; такъ на глубинѣ 4 фут. уже не замѣтны суточныя измѣненія температуры, а замѣтны только годовыя; съ увеличеніемъ глубины становится все менѣе и менѣе и разность между годовыми измѣненіями, и наконецъ на нѣкоторой глубинѣ (приблизительно 75 фут.) находится слой, гдѣ термометръ стоитъ всегда на одной высотѣ; въ лубокихъ погребахъ Парижской обсерваторіи термометръ въ теченіе болѣе столѣтія показываетъ постоянно 9°, 5 и никогда не измѣняетъся даже на $\frac{1^\circ}{10}$. Этотъ слой постоянной температуры отдѣляетъ ту часть земной коры, въ которой вліяніе солнца замѣтно отъ той, въ которую уже не проникаетъ дѣйствіе солнечныхъ лучей; по этому температура нижнихъ слоевъ зависитъ уже отъ собственной теплоты земли. Наблюденія показали, что съ уве-

личеніемъ глубины на 130 фут. температура увеличивается на 1°; по этому если допустить, что это справедливо для всякой глубины, то нужно заключить, что на глубинѣ 75 верстъ температура должна быть уже 2000°, т. е. такая, при которой всѣ тѣла находятся въ расплавленномъ состояніи. Такимъ образомъ твердая кора земли составляетъ только $\frac{75}{6000}$ или $\frac{1}{80}$ радіуса, такъ что на глобусѣ, діаметромъ въ 2 фута, слой, представляющій ее, будетъ толщиною въ $1\frac{1}{2}$ линіи. Впрочемъ внутренняя теплота земли не оказываетъ вліянія на ея поверхность вслѣдствіе дурной теплопроводности земной коры. Дѣйствительно, еслибы отъ потери центральной теплоты земля охлаждалась, то она уменьшалась бы въ объемѣ, а потому, какъ доказывается въ Механикѣ, должна бы скорѣе обращаться около оси; то есть звѣздныя сутки становились бы короче. Но изъ сравненія древнихъ астрономическихъ наблюденій съ новѣйшими оказалось, что въ теченіе 2000 лѣтъ продолжительность сутокъ не измѣнилась, такъ что земля не охладилась даже на $\frac{1°}{100}$.

54. Зависимость средней температуры мѣста отъ его географическаго положенія. Изотермы. Зная среднюю температуру какого нибудь мѣста и высоту его надъ уровнемъ моря, можно вычислить, какую бы температуру имѣло это мѣсто, еслибъ оно находилось при уровнѣ моря, или, какъ говорятъ, можно привести ее къ уровню моря, такъ какъ мы уже видѣли, что температура уменьшается на 1° по мѣрѣ возвышенія на каждые 700 фут. Такимъ образомъ получимъ среднія температуры мѣстъ въ зависимости только отъ ихъ географическаго положенія. Разсматривая эти среднія температуры, мы замѣтимъ, что онѣ зависятъ не только отъ широты, какъ бы слѣдовало ожидать, но и отъ долготы мѣста. Такъ Эдинбургъ, Копенгагенъ, Москва и Казань лежатъ почти подъ одной широтой, а между тѣмъ среднія температуры ихъ 6°, 7; 6°, 1; 3°, 6; 1°, 5. Широты Лондона, Амстердама, Берлина, Иркутска и Нерчинска также почти одинаковы, а среднія темпера-

туры ихъ 8°, 4; 7°, 9; 7°, 2; — 0°, 5; — 3°, 2. Отсюда видно, что средняя температура понижается по мѣрѣ удаленія во внутрь материка. Эта разница среднихъ температуръ дѣлается еще замѣтнѣе, если обратить вниманіе на среднія температуры самаго жаркаго и самаго холоднаго мѣсяцевъ, Іюля и Января; въ Лондонѣ онѣ 14°, 3 и 2°, 4; въ Иркутскѣ 14°, 6 и — 17°; въ Нерчинскѣ 14°, 4 и — 24°, 7. Такимъ образомъ среднія іюльскія температуры почти равны, а среднія январскія весьма различны. Чтобы удобнѣе можно было разсмотрѣть распредѣленіе среднихъ температуръ на земной поверхности, Гумбольдтъ въ 1817 г. предложилъ соединить на картѣ линіями всѣ мѣста, имѣющія одинакую среднюю температуру. Этотъ трудъ былъ начатъ имъ и продолжался другими учеными по мѣрѣ накопленія наблюденій. Въ настоящее время употребляются три системы такихъ линій:

1) *Изотермы* (ἴσος — равный, θέρμος — теплота) — линіи, соединяющія мѣста равныхъ среднихъ годичныхъ температуръ.

2) *Изотеры* (θέρος — лѣто) — соединяющія мѣста, имѣющія равныя среднія температуры трехъ лѣтнихъ мѣсяцевъ.

3) *Изохимены* (χειμών — зима) — соединяющія мѣста, имѣющія равную температуру трехъ зимнихъ мѣсяцевъ. Приложенная карта представляетъ положеніе такихъ линій въ Европѣ. При первомъ взглядѣ на эти линіи, мы видимъ, что онѣ не параллельны экватору, но имѣютъ на W Европы большой изгибъ къ N, а по мѣрѣ удаленія къ O онѣ приближаются къ экватору; изотеры еще довольно близко подходятъ къ параллельнымъ кругамъ, а изохимены уже отклоняются отъ нихъ весьма значительно. Напр. изотерма + 10° проходитъ черезъ N часть Каспійскаго моря, N часть Германіи, Голландіи, Англіи и S Шотландіи; во всѣхъ мѣстахъ этой линіи средняя температура одинакая, но распредѣленіе теплоты въ различныя времена года различно; это видно изъ разсмотрѣнія изотеры и изохимены. Такъ на картѣ видно, что сѣверные берега Каспійскаго моря находятся между изотерой + 25° и + 20°, но они пересѣкаются изохименой — 5°; поэтому лѣто въ нихъ жар-

кое, такъ что созрѣваетъ виноградъ, а зима холодная, и каштаны не могутъ переносить ея Наоборотъ, южная

Черт. 100.



часть Ирландіи пересѣкается изотерой + 15° и изохименой + 10°, слѣд. тамъ лѣто не на столько жарко, чтобъ могъ расти виноградъ, а зима на столько умѣренна, что каштаны выдерживаютъ ее. Такимъ образомъ эти двѣ страны, помѣщающіяся въ Европѣ на оконечности одной изотермы, находятся въ совершенно различныхъ условіяхъ относительно распредѣленія теплоты

55. **Климаты.** Подъ названіемъ климата какой нибудь страны разумѣютъ совокупность свойственныхъ ей метеорологическихъ явленій, какъ то средней годовой температуры, температуры лѣта и зимы, влажности воздуха, направленія господствующихъ вѣтровъ, ясности неба и т. д. Такъ какъ вся органич-

ская жизнь въ извѣстной мѣстности, а также состояніе температуры и т. д., зависятъ главнымъ образомъ отъ дѣйствія солнечныхъ лучей, то земля въ этомъ отношеніи раздѣляется, какъ мы уже видѣли, на 5 поясовъ: жаркій, въ которомъ между лѣтомъ и зимой почти нѣтъ разницы, два умѣренныхъ и два холодныхъ. Климаты можно раздѣлить на *умѣренные*, если разность между температурой лѣта и зимы не значительна, напр. не превышаетъ 5°—6°, и *рѣзкіе*, если она больше. Климатъ острововъ и вообще мѣстъ, близкихъ къ морю, всегда бываетъ умѣренный; поэтому климатъ раздѣляютъ еще на *континентальный* и *морской*. Причина умѣренности морскаго климата состоитъ въ томъ, что вода нагрѣвается отъ дѣйствія солнечныхъ лучей меньше чѣмъ суша, во первыхъ потому, что вода имѣетъ бо́льшую теплоемкость, слѣд. для нагрѣванія ея на 1° нужно больше тепла, чѣмъ для нагрѣванія другихъ тѣлъ; во вторыхъ потому, что при нагрѣваніи вода испаряется, а при образованіи паровъ происходитъ поглощеніе теплоты. Поэтому лѣтомъ вода не можетъ нагрѣться такъ, какъ твердая земля, слѣд. и воздухъ надъ ней будетъ холоднѣе; съ другой стороны зимой она охлаждается менѣе, чѣмъ поверхность суши, какъ вслѣдствіе бо́льшей теплоемкости, такъ и потому, что охладившіяся частицы воды, сдѣлавшись плотнѣе, опускаются внизъ и на мѣсто ихъ поднимаются теплыя. Такимъ образомъ мѣста, лежащія вблизи морей, должны имѣть не столь жаркое лѣто и не такую холодную зиму, какъ во внутренности материковъ; вдали отъ моря нѣтъ его умѣряющаго вліянія, и потому лѣтомъ бываютъ очень жаркіе дни, а ночи довольно холодныя; такъ въ Сагарѣ бываютъ дни, когда термометръ показываетъ въ тѣни 32° R и болѣе; а ночью только 5°. Западная Европа отличается въ особенности умѣреннымъ климатомъ и высокой средней температурой; это объясняется во первыхъ тѣмъ, что въ ней, какъ увидимъ, господствуютъ теплые SW вѣтры, а во вторыхъ тѣмъ, что ея берега омываются теплыми водами гольфстрима. Вліяніе гольфстрима лучше всего видно изъ сравненія климата Фарерскихъ острововъ и береговъ Гудзонова залива; первые покрываются

тучными пастбищами, на нихъ вызрѣваетъ ячмень, тогда какъ послѣдніе только позднимъ лѣтомъ освобождаются отъ льдовъ; а между тѣмъ эти мѣста лежатъ подъ одной широтой. Замѣтимъ, что во многихъ странахъ климатъ очень постояненъ, потому что нѣтъ условій, которыя бы вліяли на его измѣненія; такъ извѣстно, что еще въ библейскія времена въ Палестинѣ росли виноградъ и финики; но чтобы финиковая пальма приносила плоды, нужно, чтобы средняя температура была не менѣе 17°; а чтобы виноградъ не терпѣлъ отъ солнца, она должна быть не болѣе 18°; слѣд. тогда температура Іерусалима была между 17° и 18°; а теперь она = 17°. Вмѣстѣ съ тѣмъ есть и такія страны, гдѣ климатъ чрезвычайно измѣнился: примѣромъ въ этомъ случаѣ можетъ служить Гренландія; самое названіе ея, данное еще первыми поселенцами, ясно указываетъ, что на ней прежде была растительность, тогда какъ теперь льды запираютъ даже доступъ къ этой странѣ. Также измѣнился климатъ Южной Франціи и Англіи въ послѣдніе 200 лѣтъ; въ мѣстахъ, гдѣ прежде созрѣвалъ виноградъ, теперь онъ не дозрѣваетъ; еще болѣе поразительную перемѣну встрѣчаемъ въ Сѣверо-Американскихъ Штатахъ. Обстоятельства, обусловливающія измѣненія климата, можно иногда объяснить метеорологическими причинами; такъ напр. суровая зима оставляетъ слѣды на значительное время; иногда же эти измѣненія зависятъ отъ развитія населенія въ странѣ, порубки лѣсовъ, обработыванія почвы и т. под. Что касается до вопроса о томъ, измѣняется ли средняя температура всей земной поверхности, то относительно этого предмета имѣется еще очень мало данныхъ.

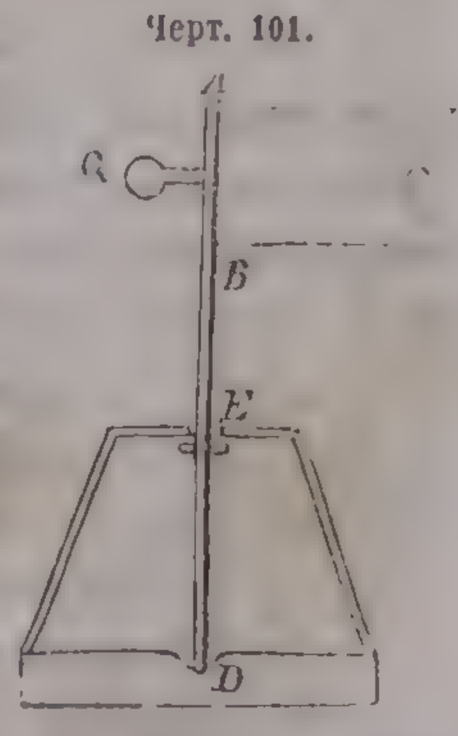
56. **Наибольшая и наименьшая температуры на земной поверхности.** Высшая средняя температура на землѣ, какъ показали наблюденія, находится вблизи экватора, но не на самомъ экваторѣ; на морѣ она = 22°, а на материкѣ 25°. Наименьшая средняя температура на земной поверхности есть —16°; такую температуру имѣетъ мѣсто, лежащее близъ пролива Барри въ N Америкѣ; за нимъ слѣдуетъ мѣсто, имѣющее температуру —14° и лежащее на Сѣверѣ Азіи въ широтѣ око-

ло 80°. Оба эти мѣста наз. *полюсами холода*, такъ какъ среднюю температуру географическаго полюса полагаютъ только въ 6°½ холода. Наибольшая температура, которая когда либо наблюдалась на землѣ, была замѣчена въ Египтѣ, гдѣ въ тѣни термометръ показывалъ 38° R; наименьшая на N Америки = —45°, 3; такимъ образомъ амплитуда этихъ температуръ = 83°, 8.

ВѢТРЫ.

57. **Направленіе и скорость вѣтра.** Вѣтромъ наз. масса воздуха, находящаяся въ движеніи; воздушные потоки движутся по различнымъ направленіямъ и съ различной быстротой — отъ 3 до 130 футовъ въ секунду. Направленіе вѣтра обозначается той страной горизонта, съ которой онъ дуетъ; такъ южный вѣтеръ дуетъ съ S на N; сѣверовосточный съ NO на SW, и т. под. Главныхъ направленій восемь: N, NO, O, SO, S, SW, W и NW; онѣ наз. *румбами*; совокупность этихъ румбовъ составляетъ *розу вѣтровъ*. Чтобъ узнать направленіе вѣтра, употребляютъ приборъ, называемый *флюгеромъ*. Онъ состоитъ изъ вертикальнаго прямоугольника ABC (черт. 101), прикрѣпленнаго къ оси AD, которая острымъ концомъ упирается на стальную подставку D; Q есть свинцовый противовѣсъ, служащій для уравновѣшенія флюгера; ось имѣетъ такое незначительное треніе, что флюгеръ повертывается отъ малѣйшаго вѣтра и становится такъ, что его плоскость параллельна направленію вѣтра; къ концу D флюгера прикрѣпляется стрѣлка, параллельная плоскости ABC и указывающая тотъ румбъ, съ котораго дуетъ вѣтеръ.

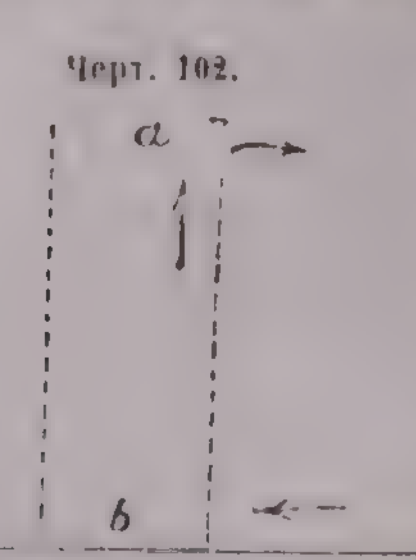
Черт. 101.



58. **Происхожденіе вѣтра.** Чтобы объяснить происхожденіе вѣтра, представимъ себѣ небольшую часть земли въ видѣ плоской равнины и надъ ней слой воздуха. Предположимъ, что

одна часть этого воздуха *ab* (черт. 102) нагрѣта болѣе другихъ; тогда равновѣсіе воздуха нарушится и произойдетъ вѣтеръ; теплый воздухъ, вслѣдствіе меньшей своей плотности, будетъ подниматься вверхъ, а на мѣсто его будетъ притекать окружающій холодныйвоздухъ, болѣе плотный, такъ что внизу образуется теченіе воздуха отъ холоднаго къ теплому, а вверху — наоборотъ. Подобное явленіе мы можемъ произвести въ маломъ видѣ, отворивши зимой дверь изъ теплой комнаты на свѣжій воздухъ; если поднять свѣчу у растворенной двери, то пламя будетъ отклоняться наружу, а если опустить свѣчу — то внутрь комнаты; значитъ внизу воздухъ течетъ со двора, а вверху изъ комнаты; можно найти такое положеніе свѣчи, гдѣ пламя будетъ неподвижно; это будетъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ оба воздушные потока встрѣчаются.

Черт. 102.

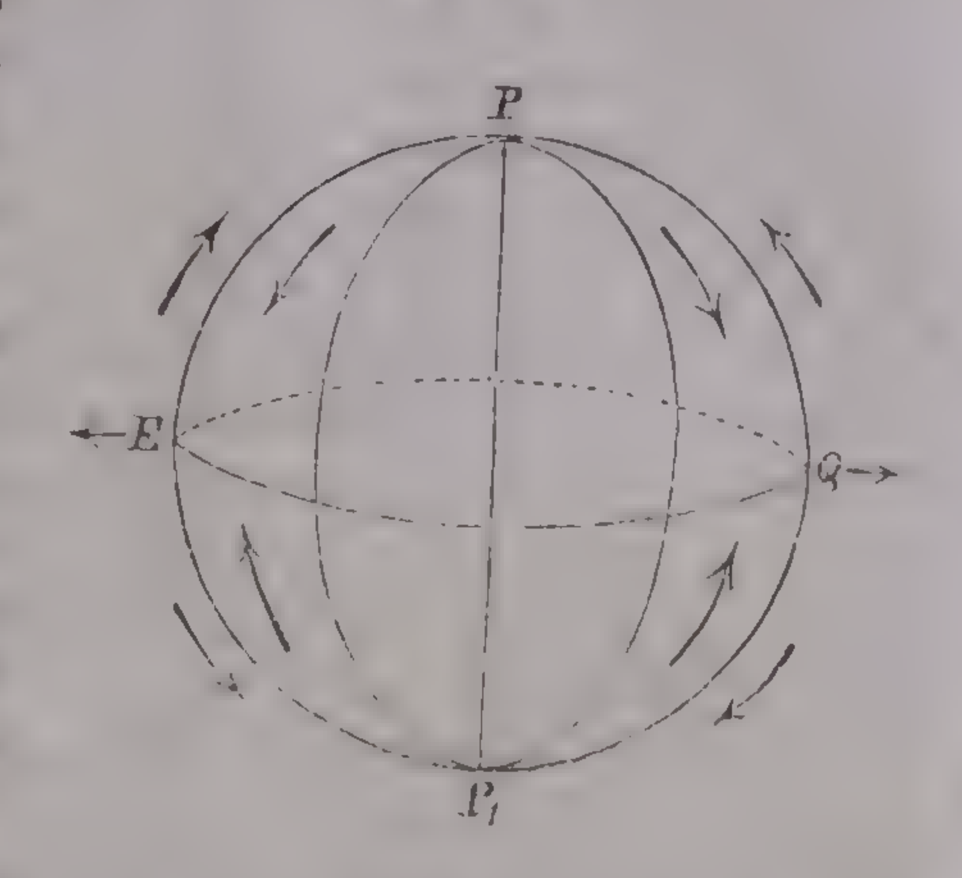


59. **Раздѣленіе вѣтровъ**. Вѣтры бываютъ *правильные*, сохраняющіе всегда или въ теченіе извѣстныхъ періодовъ свое направленіе, и *неправильные*, измѣняющіе направленіе безъ всякаго видимаго закона. Къ правильнымъ вѣтрамъ принадлежатъ *пассаты*, *муссоны*, *береговые* и *морскіе вѣтры* (бризы).

60. **Пассаты**. Въ тропическихъ широтахъ Атлантическаго и Тихаго океановъ постоянно въ теченіе цѣлаго года дуетъ въ N полушаріи NO, а въ S—SO вѣтеръ. Эти вѣтры наз. *пассатами*. Происхожденіе ихъ легко объяснить. Такъ какъ температура тропическихъ странъ гораздо выше, чѣмъ другихъ, то воздухъ на экваторѣ нагрѣвается, и поднявшись вверхъ, стекаетъ къ полюсамъ; на его мѣсто течетъ внизу холодный воздухъ отъ полюсовъ къ экватору; около экватора эти потоки сталкиваются; такимъ образомъ еслибъ мы могли прослѣдить движеніе каждой воздушной частицы, то казалось бы, что эта частица съ экватора должна попасть на полюсъ, а оттуда возвратиться опять къ экватору. На самомъ дѣлѣ однако это происходитъ не такъ. Воздухъ, текущій отъ полюсовъ къ экватору, не встрѣчаетъ

никакого сопротивленія своему движенію; наоборотъ воздухъ, текущій отъ экватора къ полюсамъ, идетъ какъ бы въ руслѣ, постоянно съуживающемся, такъ какъ пространство между меридіанами становится все меньше и меньше, и какъ воздухъ не можетъ уйти вверхъ, потому что его удерживаетъ притяженіе земли, не можетъ разойтись и въ бока, потому что не позволяютъ сосѣдніе потоки, то онъ мало по

Черт. 103.



малу приближается къ землѣ и слѣд. далеко не доходитъ до полюсовъ, и въ какихъ нибудь широтахъ въ N и S полушаріи опускается на землю. Такимъ образомъ между этими широтами и экваторомъ должно существовать большое кругообразное движеніе воздуха: внизу холоднаго по направленію къ экватору, вверху теплаго по обратному направленію. Во всякомъ случаѣ, начиная съ нѣкоторыхъ широтъ, въ N полушаріи долженъ дуть N, а въ S—S вѣтеръ; на экваторѣ же вовсе не должно быть вѣтровъ. Это такъ бы и было, еслибъ земля была въ покоѣ; но она движется около оси, и при этомъ различныя точки ея имѣютъ различную скорость: наибольшую скорость имѣютъ мѣста, лежащія на экваторѣ; съ увеличеніемъ широты скорость постепенно уменьшается и на полюсахъ дѣлается равной нулю; вмѣстѣ съ землей движется и воздухъ; поэтому потокъ воздуха, идущій къ экватору, переходитъ изъ странъ, гдѣ скорость меньше, въ страны, имѣющія большую скорость, и слѣд. онъ будетъ отставать отъ земли, и какъ мы не можемъ замѣтить движенія земли съ W на O, то намъ будетъ казаться, что онъ движется по противному направленію, т. е. къ W. Такимъ образомъ воздухъ дѣйствительно дуетъ къ S и кажется движущимся къ W; от-

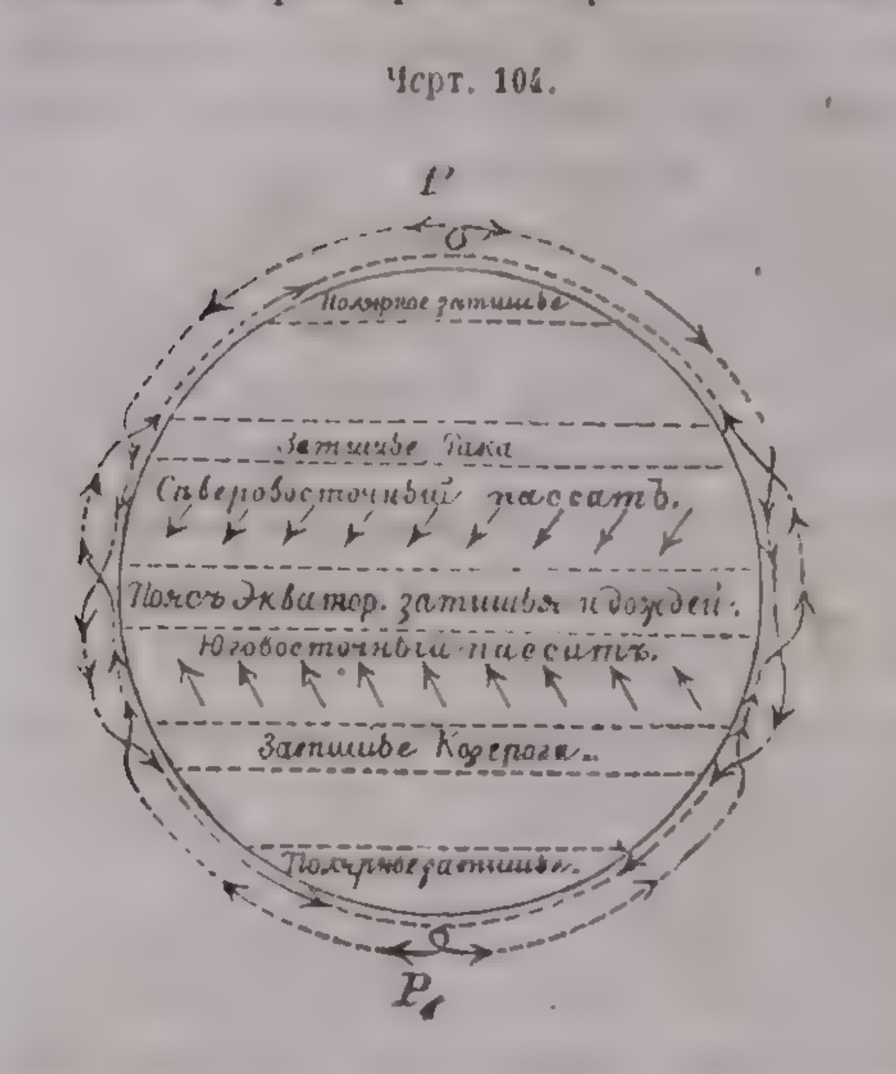
сюда и слагается движенiе къ SW, т. е. вѣтеръ будетъ NO. Чтобы дать этой теорiи болѣе наглядное объясненiе, возьмемъ обыкновенный земной глобусъ. Подведемъ подъ мѣдный меридiанъ какое нибудь мѣсто, напр. островъ Мадейру, поставимъ на этотъ пунктъ палецъ и станемъ подвигать его по меридiану до самаго экватора, повертывая между тѣмъ глобусъ отъ W къ O; тогда замѣтимъ, что путь, описанный пальцемъ на глобусѣ, имѣетъ направленiе отъ NO къ SW. Точно также можно объяснить, что въ S полушарiи долженъ быть SO пассатъ. Напротивъ, теплый воздухъ, идущiй въ верхнихъ слояхъ атмосферы отъ экватора къ полюсамъ, переходитъ изъ странъ, имѣющихъ бо́льшую скорость, въ страны, которыхъ скорость менѣе, и потому обгоняетъ землю т. е. кажется движущимся къ NO; такимъ образомъ вверху долженъ быть SW вѣтеръ въ N и NW въ S полушарiи. Существованiе верхнихъ теченiй воздуха доказывается многими наблюденiями; такъ на вершинѣ Тенерифскаго пика путешественники встрѣчали SW вѣтеръ, хотя при подошвѣ дулъ NO пассатъ; при изверженiи вулкана на островѣ С. Винцентѣ, принадлежащемъ къ группѣ малыхъ Антильскихъ ост., пепелъ былъ перенесенъ на островъ Барбадосъ, лежащiй къ NO отъ перваго; онъ былъ увлеченъ верхнимъ теченiемъ воздуха, прямо противоположнымъ пассату. Явленiе пассатовъ происходитъ со всею правильностью въ Тихомъ океанѣ, который представляетъ огромную, совершенно однородную, поверхность воды; здѣсь между 2° и 25° N и 2° и 21° S широты дуютъ пассаты; а на 2° къ N и S отъ экватора находится *поясъ тишины* или *безвѣтрiя*. Что касается до Атлантическаго океана, то вслѣдствiе расположенiя окружающихъ его материковъ наибольшее нагрѣванiе воздуха происходитъ не на самомъ экваторѣ, а къ N отъ него, такъ что здѣсь NO пассатъ дуетъ между 29° и 8° широты, а SO между 28° S и 3° N шир.; поясъ тишины лежитъ между 3° и 8° N широты. Впрочемъ предѣлы пассатовъ и пояса тишины не остаются постоянными, а измѣняются въ теченiе года, такъ что лѣтомъ, вслѣдствiе сильнаго нагрѣванiя странъ, прилежащихъ къ тропику Рака, NO пассатъ начинается сѣвернѣе, чѣмъ

зимой, и потому напр. на Канарскихъ островахъ (шир. 27°—29°) лѣтомъ дуетъ NO пассатъ, а зимой въ нихъ вѣтры непостоянные. Что касается до мѣстъ, лежащихъ въ поясѣ тишины, то въ нихъ совершенно не бываетъ правильнаго вѣтра, а только разгоряченный воздухъ поднимается вверхъ восходящимъ потокомъ; за то часто бываютъ страшныя грозы, сопровождаемыя сильными дождями и бурями. Пассатные вѣтры были замѣчены въ первый разъ Христофоромъ Колумбомъ во время его плаванія и возбудили ужасъ въ его спутникахъ, которые боялись, что эти постоянные вѣтры не позволятъ имъ возвратиться назадъ въ отечество. Изложенная нами теорія пассатовъ принадлежитъ Галлею, который представилъ ее еще въ 1686 г. Лондонскому королевскому обществу, замѣтивъ при этомъ, что весьма трудно объяснить, почему именно предѣлы пассатовъ лежатъ между параллелями 30°.

Изслѣдованія Мори, Дикенса, Редфильда, сдѣланныя въ новѣйшее время, показали, что явленіе пассатныхъ вѣтровъ происходитъ на самомъ дѣлѣ гораздо сложнѣе, чѣмъ мы это объяснили выше, и еслибы мы могли прослѣдить, какъ движется воздушная частица отъ одного полюса черезъ экваторъ до другаго, то мы увидѣли бы, что она, напр. начиная свое движеніе въ N полярныхъ странахъ, неизвѣстно по какой причинѣ, вмѣсто того, чтобы оставаться на земной поверхности, поднимается въ высшіе слои атмосферы и тамъ достигаетъ параллели 30°. Здѣсь встрѣчается она въ облакахъ съ другой такой же частицей, стремящейся съ S, чтобы занять ея мѣсто. Они напираютъ другъ на друга, опускаются на землю и производятъ здѣсь новый поясъ тишины, назыв. *затишьемъ Рака*, въ которомъ барометръ показываетъ увеличеніе атмосфернаго давленія, какъ это видно изъ наблюденій Гумбольдта. Изъ нижняго слоя этого пояса выходятъ два нижнихъ теченія: одно идетъ къ экватору въ видѣ NO пассата, другое къ полюсу въ видѣ SW вѣтра. Мы понимаемъ, почему происходитъ скопленіе и поднятіе воздуха въ поясѣ экваторіальнаго затишья, гдѣ сходятся двѣ системы пассатовъ; но не такъ легко объяснить, почему поднявшійся на экваторѣ воздухъ не опускается постепенно на всемъ своемъ пути къ полюсамъ и не возвращается назадъ, почему существуетъ затишье Рака. Слѣдуя за нашей воображаемой частицей, мы видимъ ее приближающейся въ нижнихъ слояхъ атмосферы къ экватору въ NO пассатѣ; на

экваторѣ она встрѣчается съ подобной частицей, идущей отъ S полюса; разогрѣтыя тропическимъ солнцемъ и сдавленныя съ обѣихъ сторонъ двойнымъ напоромъ пассатовъ, наши воздушныя частицы пріостанавливаютъ на время свое горизонтальное движеніе и начинаютъ подниматься; это движеніе совершенно противоположно тому, какое мы видѣли въ затишьѣ Рака. Поднявшись въ верхніе слои атмосферы, наша сѣверная частица движется съ NW къ SO до тѣхъ поръ, пока не встрѣтится близъ затишья Козерога съ другой частицей, идущей

Черт. 104.



отъ S полюса; здѣсь она опускается и движется по земной поверхности къ S полюсу въ видѣ NW вѣтра. Въ полярной странѣ S полушарія она вступаетъ въ новый поясъ тишины, опять поднимается вверхъ и начинаетъ обратное движеніе въ видѣ верхняго теченія до затишья Козерога, гдѣ опускается внизъ, идетъ къ экватору въ видѣ SO пассата, опять поднимается и течетъ до затишья Рака въ видѣ верхняго SW потока, тамъ опять упадаетъ и несется къ полюсу по поверхности земли вмѣстѣ съ SW вѣтрами. Такимъ образомъ воздухъ N полушарія переходитъ въ S и обратно. Существованіе такого круговращенія воздуха видно между прочимъ изъ слѣдующаго обстоятельства. Въ Ліонѣ, Мальтѣ, Женевѣ, Тиролѣ во время весны и осени нерѣдко падала изъ атмосферы очень мелкая пыль, приносимая вѣтромъ: сперва полагали, что эта пыль приносится изъ песчаныхъ пустынь Африки; но Эренбергъ, изслѣдовавъ ее посредствомъ микроскопа, нашелъ, что она органическаго происхожденія, именно состоитъ изъ высохшихъ инфузорій, которыхъ отечество не въ Африкѣ, а въ S Америкѣ, и именно въ странѣ SO пассата. Эта пыль, поднимаясь съ долинъ Ориноко и Амазонки, которыя въ эти времена года значительно высыхаютъ, доносится до экватора, и затѣмъ, поднявшись вверхъ, достигаетъ верхнимъ SW теченіемъ до Европы. При разсмотрѣніи распредѣленія дождя на земной поверх-

ности мы будемъ еще имѣть случай указать на справедливость этой теоріи; но какая именно сила заставляетъ пересѣкаться воздушные потоки обоихъ полушарій и переходить изъ одного полушарія въ другое — это до сихъ поръ еще остается необъяснимымъ.

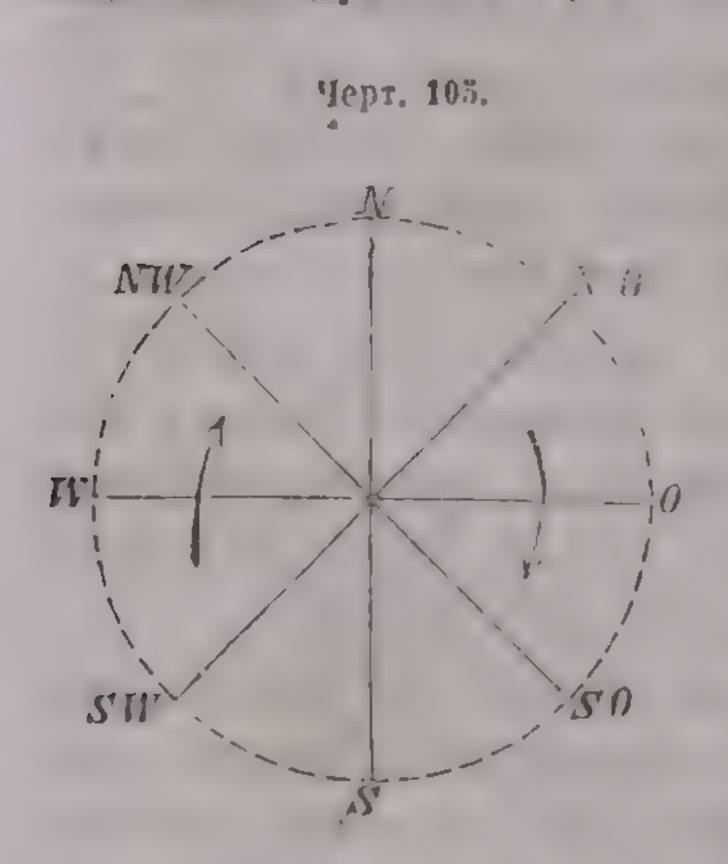
61. Муссоны. **Муссонами** или **монсунами** называются вѣтры, дующіе въ Индѣйскомъ морѣ и измѣняющіе свое направленіе два раза въ годъ: съ Октября до Апрѣля дуетъ NO муссонъ, а съ Апрѣля до Октября SW. Происхожденіе этихъ вѣтровъ можно объяснить, принявши въ соображеніе географическое положеніе Индѣйскаго моря; къ N отъ него лежитъ материкъ Азіи, къ S — огромное водное пространство. Первый муссонъ есть не что иное, какъ пассатъ, который дуетъ со всею правильностью въ теченіе зимы; но лѣтомъ материкъ нагрѣвается гораздо сильнѣе океана, поэтому разгоряченный воздухъ поднимается вверхъ, а на его мѣсто притекаетъ воздухъ съ моря, т. е. съ S; этотъ воздухъ, переходя отъ экватора въ высшія широты, идетъ изъ странъ, имѣющихъ бо́льшую скорость вращенія, въ страны, гдѣ она менѣе, и потому обгоняетъ землю, т. е. кажется движущимся отъ W къ O. Изъ этихъ двухъ направленій S и W и слагается SW муссонъ.

62. Береговые и морскіе вѣтры (бризы). На берегахъ моря замѣчаются ежедневно постоянные вѣтры; днемъ твердая земля нагрѣвается сильнѣе моря, воздухъ надъ берегомъ дѣлается теплѣе, чѣмъ надъ водою, и потому вѣтеръ дуетъ съ моря; ночью наоборотъ земля сильнѣе охлаждается, чѣмъ вода, и будетъ дуть береговой бризъ. Обыкновенно морской бризъ начинается тотчасъ послѣ восхода солнца и достигаетъ наибольшей силы около времени наибольшей температуры; на закатѣ солнца настаетъ на нѣкоторое время тишина и за тѣмъ начинается береговой бризъ, достигающій наибольшей силы не задолго до восхода солнца. Мореплаватели пользуются этими вѣтрами для входа въ гавань и выхода въ море. Періодъ береговыхъ и морскихъ вѣтровъ бываетъ иногда и годъ вмѣсто сутокъ; такъ въ Редутъ Кале, лежащемъ въ W части Кавказа около Чернаго моря, дуетъ лѣтомъ вѣтеръ W, а зимой O; а въ Ленкорани, лежащей около Каспійскаго моря, лѣтомъ бываетъ O, а зимой

W вѣтеръ: точно также въ Архангельскѣ лѣтомъ вѣтеръ морской — N, а зимой съ материка, т. е. S.

63. **Вѣтры въ нашемъ климатѣ.** Въ нашихъ широтахъ вѣтры дуютъ совершенно неправильно, направляясь то въ одну, то въ другую сторону, повидимому, безъ всякой послѣдовательности и закона, и эта неправильность увеличивается съ широтою, такъ что въ странахъ полярныхъ не рѣдко вѣтры дуютъ въ одно и то же время съ различныхъ точекъ горизонта. Но наблюдая направленіе вѣтровъ въ теченіе продолжительнаго періода времени, нашли, что въ нашихъ широтахъ (въ Европѣ) чаще всего дуютъ SW, а потомъ NO вѣтры. Такимъ образомъ у насъ вѣтеръ есть результатъ борьбы двухъ главныхъ теченій воздуха — нижняго NO и верхняго SW; Берлинскій профессоръ Дове изъ многочисленныхъ наблюденій вывелъ, что переходъ вѣтра изъ одного румба въ другой совершается у насъ по направленію видимаго движенія небеснаго свода или по направленію движенія часовой стрѣлки, то есть вѣтеръ изъ SW въ NO переходитъ такимъ образомъ: онъ становится W, NW, N, NO, далѣе дѣлается O, SO, S, SW. Этотъ законъ наз. *закономъ Дове.*

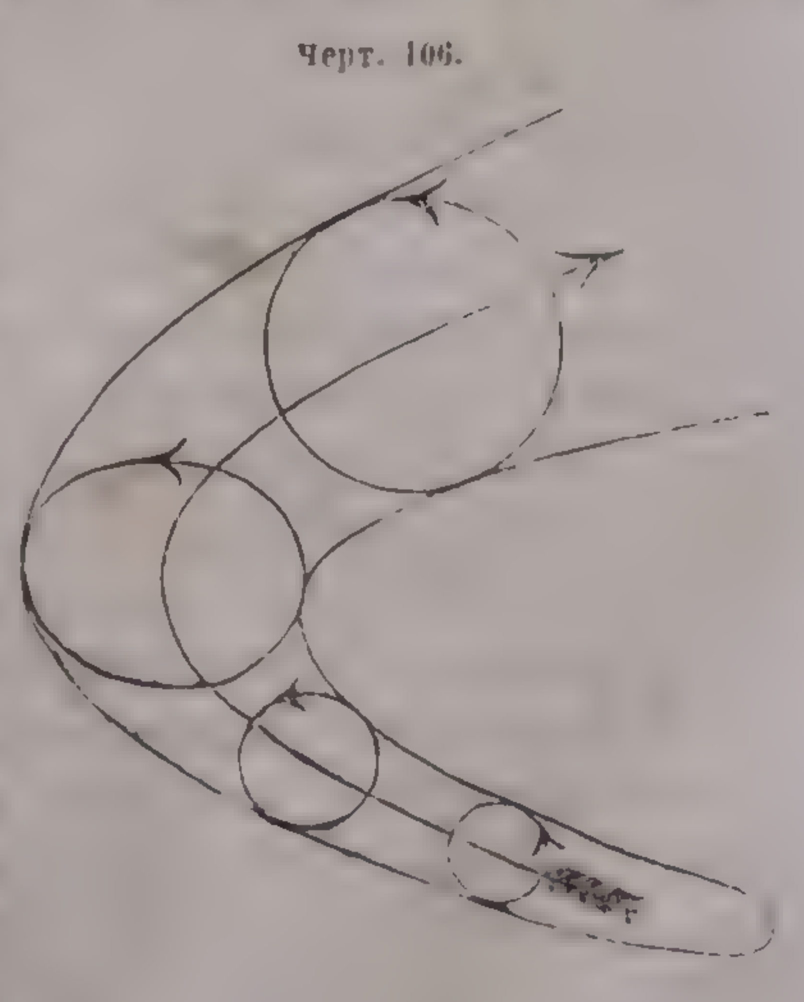
Черт. 105.



64. **Ураганы и смерчи.** Ураганы представляютъ совершенно особый родъ вѣтровъ; воздухъ въ нихъ имѣетъ двоякое движеніе: весьма быстрое вращательное движеніе (до 130 футовъ въ секунду) около оси и поступательное съ меньшей скоростью. По этому ураганы представляютъ въ огромномъ видѣ вихри, подобные тѣмъ, какіе мы въ маломъ видѣ замѣчаемъ на улицахъ тамъ, гдѣ части движущагося воздуха отражаются отъ домовъ и сталкиваются съ частями, движущимися по настоящему направленію вѣтра; въ этихъ вихряхъ вращательное движеніе легко замѣтить по пыли, которую они быстро поднима-

ютъ съ земли. Скорость вращенія частицъ воздуха въ ураганѣ увеличивается отъ окружности къ оси, но самая ось только медленно движется впередъ. Понятно, что при этомъ воздухъ на противоположныхъ частяхъ столбовъ движется въ противоположныхъ направленіяхъ, вслѣдствіе чего когда ураганъ проходитъ черезъ какое нибудь мѣсто, то въ этомъ мѣстѣ является вѣтеръ, дующій въ извѣстномъ направленіи и постепенно усиливающійся; затѣмъ когда черезъ это мѣсто проходитъ самая ось урагана, то настаетъ на короткое время тишина, и потомъ снова начинаетъ дуть сильный вѣтеръ, уже по противоположному направленію. Барометръ во время урагана быстро и сильно падаетъ, потому что давленіе воздуха значительно уменьшается отъ центробѣжной силы. Ураганы образуются большею частію только въ тропическихъ широтахъ, и здѣсь преимущественно въ двухъ странахъ, лежащихъ на разстояніи 15 — 20° къ N отъ экватора, а именно въ Мексиканскомъ заливѣ и въ Индѣйскомъ океанѣ. Ураганы Атлантическаго океана, начинаясь къ O отъ малыхъ Антильскихъ острововъ, проходятъ Мексиканскій заливъ по направленію отъ SO къ NW до 30° N широты, потомъ круто поворачиваютъ и идутъ отъ SW къ NO чрезъ SO часть Соединенныхъ Штатовъ до 40°N широты; такимъ образомъ направленіе ихъ представляетъ кривую линію, похожую на параболу, которой вершина обращена къ W. Въ Индѣйскомъ океанѣ ураганы начинаются къ O отъ Ильдефранса и доходятъ до 40° S широты, представляя въ своемъ движеніи также видъ параболы, обращенной вершиной къ W (черт. 106). Вращеніе воздуха въ ураганахъ Индѣйскаго океана происходитъ по

Черт. 106.



направленію движенія часовой стрѣлки, а въ ураганахъ Атлантическаго океана по обратному направленію. Діаметръ воздушнаго столба въ ураганѣ измѣняется отъ 300 — 400 верстъ при началѣ и до 800 — 900 при окончаніи урагана; скорость вращенія воздуха или сила урагана уменьшается съ увеличеніемъ діаметра. Большая скорость воздуха въ ураганѣ производитъ чрезвычайно опустошительныя дѣйствія его; цѣлые лѣса нерѣдко бываютъ повалены ураганомъ: иногда бури разражаются съ такой силой, что даже обнажается дно моря на значительной глубинѣ; часто ураганъ сопровождается грозою; въ Индѣйскомъ морѣ подъ 25°S широты видѣли ураганъ, сопровождаемый такимъ градомъ, отъ котораго многіе матросы потеряли зрѣніе, у другихъ сдирало кожу съ лица; море, по словамъ наблюдателей, представляло видъ холмистой мѣстности, покрытой снѣгомъ. Строгой теоріи ураганов до сихъ поръ еще нѣтъ.

Смерчи происходятъ отъ вихрей, имѣющихъ небольшіе діаметры; вихрь начинается въ облакахъ и частицы облака опускаются въ видѣ воронки, а съ низу поднимается вода или песокъ и пыль въ видѣ обратной воронки (смотря по тому, происходитъ ли явленіе надъ моремъ или надъ сушею), пока вершины обѣихъ воронокъ не соединятся, и тогда образуется столбъ, быстро подвигающійся впередъ. При этомъ въ столбѣ бываетъ замѣтно спиралеобразное движеніе частицъ, вода какъ будто кипитъ, блещутъ молніи: на морѣ смерчи бываютъ такъ сильны, что достигаютъ иногда нѣсколькихъ сотъ фут. вышины. Были примѣры, что смерчи проходили черезъ корабли, дома, деревья и т. п., не причиняя имъ никакого вреда; но въ большинствѣ случаевъ онѣ обыкновенно оставляютъ по себѣ слѣды ужаснаго опустошенія: разрушаютъ корабли, уносятъ животныхъ, вырываютъ деревья съ корнями, опрокидываютъ цѣлыя зданія. Онѣ чаще всего являются въ поясѣ тишины и встрѣчаются чаще на морѣ, чѣмъ на сушѣ и болѣе у береговъ, чѣмъ въ открытомъ морѣ. Явленіе это до сихъ поръ еще не объяснено удовлетворительно.

65. Физическія свойства вѣтровъ. Кромѣ направленія и

скорости вѣтровъ можно наблюдать еще ихъ физическія свойства, какъ-то: температуру, степень сухости и т. под. Температура вѣтра зависитъ отъ того, откуда онъ дуетъ и черезъ какія страны проходитъ въ своемъ движеніи. Вообще вѣтры морскіе влажны; а вѣтры, дующіе изъ глубины материковъ, отличаются сухостью. Въ нашемъ полушаріи южные вѣтры теплые; на оборотъ сѣверные имѣютъ низкую температуру. Перенося теплый воздухъ тропическихъ странъ въ полярныя и обратно холодный воздухъ высшихъ широтъ въ мѣста, близкія къ экватору, вѣтры уравниваютъ температуры на земномъ шарѣ, и безъ сомнѣнія, климаты были бы гораздо рѣзче, еслибъ не было вѣтровъ. Въ W Европѣ господствуютъ теплые SW вѣтры, и этому обстоятельству нужно приписать отчасти замѣчательную умѣренность ея климата.

66. Жаркіе вѣтры пустынь. Въ пустыняхъ Африки и Азіи бываютъ часто жгучіе и чрезвычайно сухіе вѣтры, поднимающіе и уносящіе съ собой песокъ на значительное разстояніе. Эти вѣтры извѣстны подъ названіями *самумъ*, *шамсинъ*, *гарматанъ*.... смотря по мѣстностямъ. Во время этихъ вѣтровъ барометръ большею частью значительно упадаетъ; они сушатъ растенія и производятъ на человѣка весьма вредное вліяніе; отъ чрезвычайной сухости и теплоты дыханіе затрудняется, накожное испареніе усиливается; чувствуется ужасная жажда, даже трескается кожа, такъ что туземцы обыкновенно покрываютъ тѣло жиромъ.

Самумъ дуетъ въ Африкѣ въ пустыняхъ Сагары. Онъ начинается обыкновенно въ самое жаркое время дня. Песчаная почва раскаляется, и еще до начала вѣтра пыль поднимается вверхъ, уносимая быстрымъ восходящимъ потокомъ воздуха. Съ юга обыкновенно замѣчаютъ темное пятно, которое постепенно увеличивается; воздухъ принимаетъ красный цвѣтъ, какъ будто онъ воспламененъ; песокъ поднимается и уносится въ такомъ количествѣ, что затмѣваетъ солнце и отлагается въ различныхъ мѣстахъ въ видѣ холмовъ, достигающихъ трехъ сажень вышины. Не одинъ караванъ со временъ Камбиза погибъ въ этомъ песчаномъ морѣ. Путешественники, застигнутые вѣтромъ, обыкно-

венно закутываютъ себѣ голову, чтобъ сколько нибудь избавиться отъ пыли и песку. Эта пыль часто перелетаетъ Средиземное море и приносится въ Испанію, Сицилію и даже Италію, гдѣ приносящій ее вѣтеръ извѣстенъ подъ названіемъ *сирокко*. Гарматтанъ дуетъ въ Гвинеѣ въ теченіе Декабря, Января и Февраля; направленіе его къ морю, скорость не велика; онъ приноситъ тонкую, бѣлую, песчаную пыль въ такомъ количествѣ, что заслоняетъ солнце: температура его очень высока, а сухость такъ значительна, что нерѣдко лопается самое сухое дерево.

Шамсинъ дуетъ въ Египтѣ въ теченіе 50 дней около времени весенняго равноденствія. Подобно этимъ вѣтрамъ, существуютъ еще жаркіе вѣтры въ странахъ, покрытыхъ растительностью, въ равнинахъ Индіи, Чили, въ Льяносахъ Ориноко. Происхожденіе этихъ вѣтровъ, равно какъ и предъидущихъ, еще не объяснено удовлетворительно.

ВОДЯНЫЕ МЕТЕОРЫ.

67. **Водяными метеорами** наз. явленія, зависящія отъ присутствія въ атмосферѣ водянаго пара; сюда принадлежатъ роса, дождь, снѣгъ и т. под.

68. **Влажность воздуха**. Мы уже говорили (38), что въ воздухѣ всегда находится нѣкоторое количество водянаго пара, и что это количество измѣняется. Дѣйствительно, стоитъ только выставить на воздухъ сосудъ со льдомъ, и мы тотчасъ замѣтимъ, что на внѣшней поверхности сосуда появятся капли воды, происходящія отъ охлажденія и осажденія находящихся въ воздухѣ паровъ. Изъ Физики извѣстно, что влажностью воздуха наз. отношеніе количества паровъ, находящихся въ воздухѣ, къ тому количеству, которое онъ могъ бы вмѣстить при насыщеніи. Отсюда видно, что степень влажности воздуха зависитъ какъ отъ количества содержащихся въ немъ паровъ, такъ и отъ того, какъ далеко онъ отъ насыщенія, то есть отъ его температуры. При маломъ количествѣ пара воздухъ можетъ

быть сыръ, если онъ холоденъ; и наоборотъ, если воздухъ тепелъ, то въ немъ можетъ быть много паровъ, а онъ достаточно сухъ. Такъ наименьшая влажность въ теченіе сутокъ, какъ показали наблюденія академика Купфера въ Петербургѣ и Кемца въ Галле, соотвѣтствуетъ наибольшей температурѣ, то есть тому времени, когда количество пара наибольшее; наибольшая влажность бываетъ передъ восходомъ солнца и соотвѣтствуетъ наименьшему количеству пара. Лѣтомъ воздухъ содержитъ больше воды, нежели зимою, однако влажность его менѣе, потому что пары дальше отъ точки насыщенія. Чѣмъ выше лежитъ мѣсто, тѣмъ менѣе его влажность. Гей-Люссакъ во время своего знаменитаго воздушнаго путешествія замѣтилъ, что влажность воздуха быстро уменьшалась по мѣрѣ поднятія въ атмосферу, такъ что на высотѣ 10000 фут. она составляла только $12\frac{1}{2}\%$, т. е. воздухъ содержалъ только $\frac{1}{8}$ часть того количества пара, которое необходимо для его насыщенія. Подобный результатъ вывелъ и Гумбольдтъ для высокихъ горъ Америки. Нечего и говорить, что воздухъ вблизи моря бываетъ гораздо влажнѣе, чѣмъ внутри материковъ, гдѣ встрѣчаются большія пространства земли, каковы напр. пустыни Африки, Азіи, Новой Голландіи, надъ которыми воздухъ чрезвычайно сухъ.

69. **Роса. Иней.** Явленіе росы состоитъ въ томъ, что въ ясную, безвѣтренную ночь, послѣ жаркаго дня, предметы, находящіеся на открытомъ мѣстѣ, покрываются влагою, которая на тѣлахъ, не вбирающихъ въ себя воду, является въ видѣ капель. Не всѣ предметы покрываются росой въ одинакой степени; больше всего она садится на листья, меньше на камни; на полированныхъ металлическихъ пластинкахъ ея вовсе нѣтъ. Происхожденіе росы было въ первый разъ объяснено Англійскимъ ученымъ Уельсомъ въ 1815 г. Послѣ захожденія солнца земля отъ лучеиспусканія охлаждается и притомъ гораздо болѣе, чѣмъ воздухъ, такъ что, по наблюденіямъ Уельса, термометръ, поставленный на землѣ, показывалъ температуру 7-ю градусами ниже, чѣмъ термометръ, помѣщенный на разстояніи 3 фут. отъ земли. Поэтому слой воздуха, находящійся около самой земли, охлаждается и содержащіеся въ немъ пары сгу-

щаются и осаждаются въ видѣ капель, подобно тому, какъ они осаждаются на стаканѣ съ холодной водой, внесенномъ въ теплую комнату, или на шарикѣ Даніэлева гигрометра. Если ночью будетъ сильный вѣтеръ, то росы вовсе не образуется, потому что онъ, перемѣшивая слои воздуха, сообщаетъ имъ одинакую температуру; но слабый и влажный вѣтеръ способствуетъ образованію большаго количества росы, такъ какъ онъ медленно замѣняетъ одинъ слой воздуха другимъ, при чемъ пары выдѣляются изъ каждаго слоя. Если небо будетъ покрыто облаками, то росы или вовсе не бываетъ или бываетъ очень мало, потому что въ такомъ случаѣ поверхность земли не можетъ сильно охладиться, такъ какъ облака отражаютъ лучи теплоты, испускаемые ею. Наконецъ роса сильнѣе должна являться на предметахъ съ шероховатой поверхностью, такъ какъ они болѣе способны испускать лучи тепла, и слѣд. будутъ охлаждаться сильнѣе. Въ нѣкоторыхъ моряхъ, преимущественно въ Индѣйскомъ, мореплаватели узнаютъ близость земли по обильному количеству росы, появившемуся на снастяхъ; воздухъ надъ моремъ не можетъ сильно охладиться во время ночи: поэтому на корабляхъ въ открытомъ морѣ росы не бываетъ; появленіе же росы указываетъ на то, что дуетъ береговой бризъ, приносящій холодный воздухъ съ суши. Въ странахъ жаркихъ и сухихъ, каковы пустыни Африки, появленіе росы заставляетъ путешественниковъ предполагать близость рѣки или озера.

Иней образуется также какъ и роса: когда температура ниже нуля, то паръ изъ воздуха переходитъ прямо въ твердое состояніе, не обращаясь въ воду, и образуетъ бѣлый снѣговидный слой, покрывающій всѣ открытостоящіе предметы. Часто говорятъ, что иней есть замерзшая роса, но это не справедливо, потому что въ такомъ случаѣ онъ имѣлъ бы видъ льда. Иней образуется весной и осенью. Когда послѣ продолжительнаго холода зимой начинаетъ дуть теплый и влажный вѣтеръ, то всѣ предметы покрываются слоемъ снѣга, образующаго на деревьяхъ гирлянды, блестящія на солнцѣ; этотъ снѣгъ также называется инеемъ, но образованіе его совершенно отлично отъ предъидущаго, потому что низкая температура предметовъ на

которые осаждаются пары, происходитъ не отъ лучеиспусканія; такой видъ инея образуется одинаково и днемъ и ночью.

70. **Туманъ.** Если значительная масса воздуха, насыщеннаго водянымъ паромъ, охлаждается, то часть паровъ, переходя въ воду, принимаетъ видъ мельчайшихъ водяныхъ шариковъ, которые плаваютъ въ воздухѣ и уменьшаютъ его прозрачность, такъ что воздухъ кажется сѣрою массою, которая наз. *туманомъ*, если она находится близь земной поверхности, и *облакомъ*, если она находится на значительной высотѣ. Что туманъ и облако одно и то же, это видно изъ того, что если наблюдатель, находящійся при подошвѣ горы, видитъ вершину ея окруженною облаками, то взойдя на гору, увидитъ себя окруженнымъ туманомъ. Нѣкоторые полагаютъ, что туманъ и облако состоятъ не изъ сплошныхъ водяныхъ капель, а изъ пузырьковъ съ тончайшей водяной оболочкой, внутри которой находится воздухъ; эти пузырьки наз. *туманными пузырьками*. Охлажденіе, вслѣдствіе котораго образуются туманы и облака, можетъ происходить отъ различныхъ причинъ. Такъ напр. ночью вода рѣкъ и озеръ или влажная почва теплѣе окружающаго воздуха; поэтому пары, поднимаясь изъ нихъ и распространяясь въ холодномъ воздухѣ, опять сгущаются и образуютъ туманъ. Такимъ образомъ осенью и весною происходятъ туманы надъ рѣками, озерами, болотами. Особенно часты и сильны туманы въ Англіи и Норвегіи, потому что эти страны омываются теплымъ моремъ.

71. **Облако.** Точно также, какъ вблизи земной поверхности происходитъ туманъ, на нѣкоторой высотѣ образуются облака. Чтобы объяснить, почему облака не падаютъ, хотя и состоятъ изъ капель, которыя тяжеле воздуха, представимъ себѣ наблюдателя, находящагося у подножья горы, которой вершина скрывается въ облакахъ.

Взойдя на гору, чтобъ быть въ уровнѣ съ облакомъ, онъ замѣтитъ, что облака спускаются внизъ; но переходя въ болѣе теплые слои воздуха, они испаряются и снова поднимаются, такъ что облако снизу разрѣшается, а сверху опять образуется; такимъ образомъ наблюдателю у подножія горы будетъ казаться,

что облако неподвижно, тогда какъ на самомъ дѣлѣ оно движется. Хотя формы облаковъ весьма различны, но Англійскій ученый Говардъ раздѣляетъ ихъ на слѣдующіе 4 главные вида: 1. *Перистыя* облака (cirrus), состоящія изъ тонкихъ волоконъ, протягивающихся по небу въ видѣ сѣти; они находятся на весьма значительной высотѣ, потому что наблюдателямъ на высокихъ горахъ они казались почти на той же высотѣ, какъ если разсматривать ихъ съ поверхности земли; высоту ихъ полагаютъ отъ 30000 — 40000 футовъ. Такъ какъ на такой высотѣ температура воздуха гораздо ниже 0°, то эти облака должны состоять не изъ туманныхъ пузырьковъ, а изъ тончайшихъ ледяныхъ иголокъ; на это обстоятельство указываетъ бѣлый цвѣтъ ихъ, а также и то, что въ нихъ образуются свѣтлые круги около солнца и луны, что можетъ быть объяснено только преломленіемъ лучей въ ледяныхъ иголкахъ. Эти облака появляются обыкновенно, когда послѣ продолжительной ясной погоды начинаетъ дуть SW вѣтеръ, и служатъ предвѣстниками перемѣны погоды въ пасмурную.

2. *Кучевыя* облака (cumulus). Они имѣютъ видъ отдѣльныхъ полушарообразныхъ массъ, показывающихся преимущественно лѣтомъ въ среднихъ широтахъ; обыкновенно они являются при совершенно ясной погодѣ утромъ и потомъ увеличиваются до теплѣйшаго времени дня, за тѣмъ исчезаютъ, и вечеромъ небо опять становится яснымъ.

Образованіе ихъ объясняется тѣмъ, что лѣтомъ нижніе слои воздуха нагрѣваются сильно, вслѣдствіе чего поднимаются наверхъ, и переходя въ болѣе холодную температуру, выдѣляютъ пары; послѣ 2-хъ часовъ этотъ восходящій потокъ воздуха уменьшается, облака опускаются ниже и опять обращаются въ пары.

3. *Слоистыя* облака (stratus), состоящія изъ горизонтальныхъ полосъ, появляются обыкновенно на горизонтѣ послѣ солнечнаго заката и исчезаютъ утромъ.

4. *Дождевыя* облака (nimbus), темныя и скученныя вмѣстѣ облака, изъ которыхъ часто падаетъ дождь. Иногда онѣ рѣзко ограничены, а иногда сѣрой стѣной покрываютъ все небо.

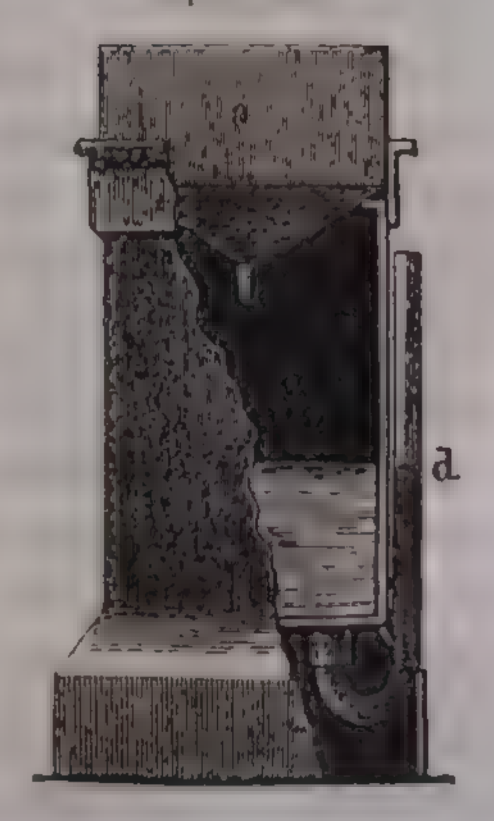
72. Дождь. Снѣгъ. Когда воздухъ насыщенъ парами и туманные пузырьки получатъ достаточный объемъ, то они собираются въ капли и вслѣдствіе своего вѣса падаютъ на землю въ видѣ дождя; при паденіи на нихъ вновь осаждаются пары, такъ что капли становятся больше по мѣрѣ приближенія къ землѣ, а потому и количество дождя на высотѣ должно быть меньше, чѣмъ на землѣ, что и дѣйствительно доказывается непосредственными наблюденіями. Зимой, если температура ниже 0°, облака состоятъ не изъ пузырьковъ, а изъ ледяныхъ иголокъ; при паденіи ихъ на нихъ также осаждаются пары, и такимъ образомъ внизу вмѣсто дождевыхъ капель мы получаемъ снѣжинки; если температура внизу выше 0, то снѣгъ, падая, таетъ и достигаетъ земли въ видѣ дождя; но иногда случается, что не весь падающій снѣгъ можетъ растаять; въ такомъ случаѣ идетъ и дождь и снѣгъ; при очень низкой температурѣ обыкновенно вовсе небываетъ осажденія паровъ; у насъ снѣгъ очень рѣдко идетъ при температурѣ ниже —16°. Снѣжинки представляютъ разнообразное строеніе; нѣкоторые виды ихъ помѣщены на черт. 107.

Черт. 107.



73. Распредѣленіе дождя на земной поверхности. Чтобъ опредѣлить количество дождя, выпадающаго въ извѣстное время, употребляютъ приборъ, называемый *дождемѣромъ*. Онъ состоитъ изъ мѣднаго цилиндрическаго сосуда a (черт. 108), котораго нижняя часть имѣетъ видъ воронки и оканчивается трубкой съ краномъ; сосудъ этотъ ставятъ на открытомъ мѣстѣ, чтобъ дождь попадалъ въ него; вода изъ сосуда a переливается

Черт. 108.



въ цилиндрическій сосудъ d, котораго площадь = 1 кв. футу, гдѣ и опредѣляютъ ея высоту; такимъ образомъ можно найти количество воды, упавшей во время дождя. Количество воды, падающей изъ атмосферы въ видѣ дождя и снѣга, въ различныхъ мѣстахъ различно и зависитъ отъ близости моря, направленія горныхъ цѣпей, господствующихъ вѣтровъ и т. д. Но вообще въ странахъ тропическихъ падаетъ гораздо больше дождя, чѣмъ въ среднихъ широтахъ; такъ на W склонѣ Гатскихъ горъ близь Бомбея въ Индіи упадаетъ въ годъ такое количество воды, что оно составило бы 302 дюйма, тогда какъ въ Петербургѣ только 18 дюйм.; въ особенности дожди бываютъ сильны въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ влажные морскіе вѣтры удерживаются береговыми цѣпями горъ. Въ одномъ и томъ же мѣстѣ въ разныя времена года выпадаетъ не одинаковое количество дождя. Въ этомъ отношеніи замѣчательны тропическія страны Тамъ въ одну половину года воздухъ бываетъ совершенно сухъ и не падаетъ вовсе дождя, напротивъ въ другую половину каждый день идетъ проливной дождь. Въ тропическихъ странахъ N полушарія во время нашей зимы дуетъ NO пассатъ; воздухъ, приносимый этимъ вѣтромъ, переходя изъ странъ холодныхъ въ теплыя, нагрѣвается, потому влажность его уменьшается, небо бываетъ ясно и по причинѣ чрезвычайной сухости вся растительность умираетъ, такъ что поверхность земли представляетъ безплодную пустыню. «Какъ на далекомъ сѣверѣ», говоритъ Гумбольдтъ, «звѣри цѣпенѣютъ отъ холода, такъ здѣсь дремлютъ неподвижно крокодилъ и боа, зарывшись въ сухую глину; не слышно жужжанья насѣкомыхъ; мертвая тишина царствуетъ въ природѣ». Но во время нашего лѣта, т. е. съ Марта до Сентября, правильность вѣтровъ въ этихъ странахъ нарушается, и отъ сильнаго нагрѣванія земной поверхности, усиливается восходящее теченіе воздуха. Нагрѣтый воздухъ, охлаждаясь въ высшихъ слояхъ атмосферы, осаждаетъ водяные пары; небо начинаетъ покрываться облаками, и съ приближеніемъ солнца къ зениту мѣста, начинаются ежедневно проливные дожди, сопровождаемые грозами. Дожди эти бываютъ обыкновенно въ моментъ высшей температуры дня; ночью небо

бываетъ ясно. Отъ содѣйствія теплоты и влажности земля покрывается роскошной растительностью. Въ умѣренномъ климатѣ дожди бываютъ во всякое время года, и хотя количество всей выпадающей воды меньше чѣмъ въ тропикахъ, но число дождливыхъ дней болѣе; это показываетъ, что подъ тропиками въ одинъ разъ выпадаетъ гораздо больше дождя, чѣмъ въ среднихъ широтахъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ вовсе не бываетъ дождей; такъ напр. на W склонѣ Кордильеровъ въ S Америкѣ на Перуанскомъ берегу не бываетъ дождя потому, что дующій тамъ SO пассатъ оставляетъ всю воду на O берегу ихъ; точно также не бываетъ дождей въ Сагарѣ и въ равнинахъ внутренней Азіи, потому что находящійся надъ ними раскаленный воздухъ тотчасъ обращаетъ въ паръ приносимые вѣтрами туманные пузырьки.

Наблюденія показали, что среднее количество дождя, выпадающаго ежегодно въ N умѣренномъ поясѣ, составляетъ 27 дюйм., а въ S только 26 дюйм.; съ другой стороны распредѣленіе суши и моря въ обоихъ полушаріяхъ весьма различно: въ N полушаріи вода и земля занимаютъ почти равныя пространства; въ S воды гораздо больше чѣмъ суши; между тѣмъ почти всѣ большія рѣки земли принадлежатъ N полушарію. Если не считать Амазонки, которой устье лежитъ на самомъ экваторѣ, то въ S Америкѣ остается только Лаплата; въ Новой Голландіи очень большихъ рѣкъ нѣтъ, также какъ и въ S Африкѣ. Чѣмъ же поддерживаются рѣки N полушарія? Отчего онѣ не пересыхаютъ? Куда дѣваются испаренія S морей? Эти вопросы легко рѣшить, если принять то направленіе воздушныхъ теченій, которое предложено Мори и о которомъ мы уже говорили выше. Воздухъ S полушарія переходитъ въ N и наши рѣки питаются влажностью морей S полушарія.

74. **Градъ.** Вода падаетъ изъ атмосферы также въ видѣ града. Градъ выпадаетъ обыкновенно въ самые жаркіе дни и всегда сопровождается грозою. Градины имѣютъ форму круглую и состоятъ изъ снѣжнаго ядра, окруженнаго одной или нѣсколькими ледяными оболочками; иногда впрочемъ ледяныя оболочки перемѣшиваются съ снѣговыми; величина градинъ различная — отъ горошины до куринаго яйца и больше. Тучи, изъ которыхъ падаетъ градъ, находятся на небольшой высотѣ и представля-

ютъ свѣтлосѣрую массу. Градъ падаетъ всегда при началѣ или во время грозы, но никогда не падаетъ послѣ нея; паденіе продолжается не долго, обыкновенно не болѣе четверти часа; ему предшествуетъ особаго рода шумъ, происходящій какъ бы отъ ударовъ градинъ одна о другую. Воздухъ послѣ града обыкновенно значительно охлаждается. Вполнѣ удовлетворительной теоріи града до сихъ поръ еще нѣтъ, потому что чрезвычайно трудно объяснить, какимъ образомъ въ жаркое время, и притомъ на небольшой высотѣ отъ земной поверхности, можетъ образоваться весьма значительное количество льда.

III.

ЭЛЕКТРИЧЕСКІЕ МЕТЕОРЫ.

75. Гроза. Явленіе грозы извѣстно всякому Иногда въ жаркіе лѣтніе дни кучевыя облака, быстро увеличиваясь, составляютъ большія массы темно-сѣраго цвѣта съ рѣзко ограниченными краями; изъ такихъ облаковъ по временамъ появляется *молнія*, сопровождаемая *раскатами грома*. Молнія имѣетъ иногда видъ ломанной линіи, иногда же видъ особаго сіянія, являющагося между облаками; раскаты грома тѣмъ сильнѣе, чѣмъ ближе грозовое облако находится отъ наблюдателя.

76. Электричество облаковъ. Сходство молніи съ электрическою искрою такъ поразительно, что уже вскорѣ послѣ первыхъ наблюденій надъ этой послѣдней ученые пришли къ заключенію, что молнія есть не что иное, какъ огромная электрическая искра. Оставалось только подтвердить такое заключеніе опытомъ. Франклинъ первый указалъ способъ, какимъ можно было достигнуть этого; а французскій физикъ Далибаръ первый произвелъ опытъ, несомнѣнно доказавшій это. давно уже предполагаемое, тожество молніи и электрической искры. Слѣдуя указаніямъ Франклина, онъ установилъ 10-го Мая 1752 г. въ Марли, близь Парижа, вертикальный уединенный металлическій шестъ, заостренный на верхнемъ концѣ. Когда грозовое облако проходило надъ шестомъ, то онъ заряжался совершенно также, какъ кондукторъ

электрической машины; изъ него можно было извлекать искры. Въ тоже время, въ Іюнѣ 1572 г., Франклинъ самъ сдѣлалъ подобный же опытъ. Не дождавшись окончанія Филадельфійской колокольни, на которой онъ намѣренъ былъ поставить вертикальный заостренный шестъ, Франклинъ поступилъ слѣдующимъ образомъ. Онъ пустилъ обыкновенный змѣй, въ верхней части котораго находилось металлическое остріе; нить, удерживавшая змѣй, сообщалась съ остріемъ и оканчивалась шелковымъ снуркомъ, находившимся въ рукѣ экспериментатора. При приближеніи грозоваго облака, когда нить была смочена дождемъ, Франклинъ могъ изъ нея извлекать искры. Къ счастью для него нить не хорошо проводило электричество, потому что опыты Де-Рома, произведенные годъ спустя, показали, съ какою осторожностью надо производить ихъ. Де-Рома, пустивши змѣй на нити, въ которую вплетена была тонкая металлическая проволока, могъ извлекать изъ нея искры въ нѣсколько футовъ длиною, которыя сопровождались трескомъ сильнѣе пистолетнаго выстрѣла. Какъ опасны могутъ быть такія искры для человѣка, это доказала смерть профессора Рихмана, убитаго въ Петербургѣ въ 1753 г. подобною искрою изъ уединеннаго металлическаго шеста, къ которому онъ по неосторожности подошелъ весьма близко.

77. **Атмосферное электричество.** Выше приведенные опыты несомнѣнно доказываютъ, что грозовыя облака содержатъ значительныя количества электричества. Впрочемъ посредствомъ чувствительнаго электроскопа, снабженнаго длиннымъ заостреннымъ стержнемъ, можно убѣдиться, что въ воздухѣ находится свободное электричество не только при пасмурномъ, но и при совершенно ясномъ небѣ. Въ послѣднемъ случаѣ свободное электричество воздуха всегда положительное и напряженіе его тѣмъ больше, чѣмъ выше поднимается наблюдатель. По всей вѣроятности причина этого заключается въ томъ, что нижніе слои, содержа большее количество паровъ, лучше верхнихъ проводятъ электричество и потому мало по малу отдаютъ его землѣ.

На одной и той же высотѣ напряженіе не остается постояннымъ въ различные часы дня; наибольшей величины оно до-

стигаетъ около 9 часовъ утра. Въ чемъ заключается причина образованія атмосфернаго электричества—на этотъ вопросъ положительнаго отвѣта дать нельзя; по мнѣнію Пулье, оспариваемому впрочемъ другими учеными, одною изъ главныхъ причинъ должно считать испареніе съ земной поверхности воды, содержащей въ растворѣ соляныя частицы, при чемъ пары, унося съ собою положительное электричество, должны сообщать его и атмосферѣ. По мнѣнію Беккереля, земной шаръ есть неистощимый источникъ электричества, которое возбуждается отъ прикосновенія земель съ водою, при чемъ земля электризуется иногда положительно, иногда отрицательно, смотря по роду солей, растворенныхъ въ водѣ.

Что касается до электричества облаковъ, то оно, какъ показываютъ наблюденія, иногда бываетъ положительное, а иногда отрицательное. Происхожденіе того и другаго рода нетрудно объяснить, гдѣ бы ни находился источникъ атмосфернаго электричества, на поверхности ли земли, или въ самой атмосферѣ, зная только то, что свободное электричество воздуха при ясномъ небѣ всегда положительное. Дѣйствительно, если случится, что пары воды, носящіеся въ атмосферѣ при ясномъ небѣ, сгустятся и образуютъ облако, то оно должно зарядиться тѣмъ же самымъ электричествомъ, какъ и воздухъ, т. е. *положительнымъ*; сверхъ того электричество на немъ, какъ на всякомъ проводникѣ, будетъ располагаться по его поверхности и напряженіе его будетъ тѣмъ больше, чѣмъ лучше проводимость облака, т. е. чѣмъ оно будетъ гуще. Если же такое облако будетъ находиться нѣкоторое время въ прикосновеніи со склономъ горы, то оно отдастъ землѣ свое положительное электричество и получитъ отъ нея отрицательное; точно также, если облако происходитъ изъ тумана, поднявшагося съ поверхности земли, то оно будетъ заряжено тѣмъ же электричествомъ, какъ и земля, т. е. отрицательнымъ. Отрицательное электричество облаковъ можетъ происходить также и отъ другой причины. Мы видѣли, что напряженіе положительнаго атмосфернаго электричества увеличивается вмѣстѣ съ высотою; поэтому если два слоя облаковъ будутъ находиться

одинъ надъ другимъ, то верхній слой будетъ дѣйствовать черезъ вліяніе на нижній, который, отдавая положительное электричество окружающему его воздуху, самъ будетъ заряжаться отрицательнымъ.

78. **Молнія**. Если два облака, заряженныя противоположными электричествами, приближаются одно къ другому на такое разстояніе, что слой воздуха, раздѣляющій ихъ, не представляетъ уже достаточнаго сопротивленія взаимному стремленію электрическихъ жидкостей соединиться между собою, то между облаками должна явиться искра. Точно также, если сильно наэлектризованное облако проходитъ близко отъ поверхности земли, то оно будетъ разлагать черезъ вліяніе естественное электричество самой земли и при этомъ можетъ произойти искра между облакомъ и тою точкою поверхности земли, гдѣ напряженіе противоположнаго электричества будетъ наибольшее. Эта искра, являющаяся въ томъ и другомъ случаѣ, и есть молнія. Есть впрочемъ одно обстоятельство, которое повидимому трудно согласить съ приведеннымъ взглядомъ на происхожденіе молніи; это — *длина ея*. Такъ, по замѣчанію Араго, длина молніи достигаетъ иногда нѣсколькихъ верстъ; трудно допустить однако такое заряженіе облаковъ, которое могло бы дать столь значительную искру. Впрочемъ это обстоятельство можно объяснить тѣмъ, что молнія не есть одна сплошная искра, а состоитъ изъ множества отдѣльныхъ искръ, появляющихся одновременно между различными небольшими проводниками, находящимися между крайними ея точками; эти отдѣльныя искры и производятъ на глазъ впечатлѣніе одной большой искры.

Молніи большею частію имѣютъ форму зигзага, т. е. ту же самую, какую имѣетъ искра, извлекаемая изъ кондуктора электрической машины. Форма эта объясняется тѣмъ, что искра слѣдуетъ тому направленію, по которому встрѣчаетъ меньшее сопротивленіе. Цвѣтъ молніи сходенъ также съ цвѣтомъ электрической искры и въ нижнихъ слояхъ атмосферы бываетъ ослѣпительно бѣлымъ, а въ верхнихъ имѣетъ фіолетовый оттѣнокъ. Продолжительность молніи такъ мала, что, по мнѣнію

Уитстона, отдѣльныя молніи, имѣющія форму зигзага, длятся менѣе $\frac{1}{1000}$ секунды. Способъ, употребленный имъ для измѣренія такой малой доли времени, состоялъ въ слѣдующемъ. Онъ заставлялъ вращаться въ темной комнатѣ съ опредѣленною скоростью картонный кругъ, раздѣленный на множество секторовъ одинаковой величины, окрашенныхъ попеременно бѣлою и черною краскою, и наблюдалъ его во время появленія молніи. Еслибы продолжительность молніи составляла нѣкоторую замѣтную долю секунды, то при большой скорости вращенія кругъ успѣвалъ бы въ это время перемѣнить свое положеніе и потому на немъ нельзя было бы увидѣть отдѣльныхъ черныхъ и бѣлыхъ полосъ, какъ нельзя видѣть отдѣльныхъ спицъ быстро вращающагося колеса. Но при всѣхъ подобныхъ опытахъ, какую бы большую скорость ни имѣлъ кругъ, онъ казался совершенно неподвижнымъ въ то время, когда былъ освѣщенъ молніею, т. е. не успѣвалъ замѣтно для глаза измѣнить своего положенія въ то время, когда длилась молнія. Мы укажемъ также на нѣкоторыя явленія, сходныя по принципу съ опытомъ Уитстона, и которыя можетъ замѣтить всякій внимательный наблюдатель. Во время блеска молніи всѣ предметы, двигающіеся довольно быстро, кажутся неподвижными; такъ бѣгущія лошади, движущійся экипажъ, колеса экипажа — все это какъ будто останавливается; продолжительность молніи такъ мала, что всѣ эти предметы не успѣваютъ сдѣлать въ это время замѣтнаго для глазъ перемѣщенія.

По мнѣнію Араго, молніи можно раздѣлить на три класса: 1) молніи, имѣющія видъ свѣтлой ломаной линіи, и продолжительность которыхъ составляетъ чрезвычайно малую долю секунды; 2) молніи, имѣющія видъ сіянія, вспыхивающаго между облаками, и продолжительность которыхъ иногда даже превышаетъ секунду. Эти молніи, вѣроятно, суть отблески отдѣльныхъ молній, слѣдующихъ другъ за другомъ черезъ промежутки времени, меньшіе чѣмъ $\frac{1}{10}$ секунды, и производящихъ поэтому на глазъ одно непрерывное впечатлѣніе: 3) молніи имѣ-

ющія видъ шара — весьма рѣдкое и досихъ поръ не разъясненное явленіе. Оно состоитъ въ томъ, что иногда во время грозы появляется одинъ или нѣсколько шаровъ, движущихся близь поверхности земли довольно медленно по различнымъ направленіямъ; въ нѣкоторыхъ случаяхъ они разрываются съ трескомъ, поражая всѣ окружающіе ихъ предметы, въ другихъ исчезаютъ мгновенно, не производя никакого вреда.

79. **Громъ.** Громъ есть не что иное, какъ трескъ, происходящій отъ сотрясенія слоевъ воздуха, раздвинутыхъ молніей и стремящихся занять прежнее мѣсто. Рѣдко громъ слышится въ видѣ отдѣльнаго удара; чаще это удары, непрерывно слѣдующіе другъ за другомъ — *раскаты*, то стихающіе, то снова усиливающіеся. Обыкновенно громъ мы слышимъ черезъ нѣкоторое время послѣ появленія молніи; это зависитъ отъ неодинаковой скорости распространенія свѣта и звука; первый распространяется почти мгновенно на тѣхъ разстояніяхъ, которыя существуютъ на земной поверхности, тогда какъ звукъ проходитъ въ секунду только 1107 футовъ. По промежутку времени между появленіемъ молніи и первымъ ударомъ грома можно приблизительно найти разстояніе, въ которомъ находится отъ наблюдателя грозовое облако. Раскаты грома объясняются отчасти длиною молніи, отчасти отраженіемъ звука отъ различныхъ предметовъ. Дѣйствительно, такъ какъ молнія имѣетъ значительную длину, то различныя точки ея находятся не въ одинаковомъ разстояніи отъ наблюдателя, и звуки, происходящіе *одновременно* въ различныхъ частяхъ молніи, доходятъ до уха наблюдателя только послѣдовательно одинъ за другимъ. Такъ напр., если наблюдатель находится въ разстояніи 1107 футовъ отъ ближайшаго края молніи, то онъ услышитъ первый звукъ черезъ секунду послѣ появленія молніи; а если длина молніи = 3.1107 футовъ, то звукъ, идущій отъ отдаленнаго конца ея, дойдетъ только черезъ три секунды послѣ перваго; звуки же, идущіе отъ промежуточныхъ точекъ, будутъ доходить въ промежутокъ между первымъ и послѣднимъ звукомъ, и такимъ образомъ безъ всякихъ другихъ причинъ громъ будетъ продолжаться въ теченіе

трехъ секундъ. Усиленіе и ослабленіе звука въ нѣкоторые моменты можетъ происходить отъ интерференціи. Вслѣдствіе изогнутой формы молніи нѣкоторыя точки ея будутъ находиться въ одинаковомъ разстояніи отъ наблюдателя и потому звуки, идущіе отъ нихъ, будутъ достигать до наблюдателя одновременно и слѣд. усиливать другъ друга. Напротивъ другія точки будутъ находиться въ такомъ разстояніи отъ наблюдателя, что звучныя волны, идущія отъ нихъ, будутъ разниться на нечетное число полуволнъ; въ такомъ случаѣ одна волна будетъ уменьшать другую и звукъ будетъ ослабѣвать. Наконецъ на продолжительность раскатовъ можетъ имѣть вліяніе и отраженіе звука отъ облаковъ и другихъ земныхъ предметовъ.

80. **Дѣйствія молніи.** Молнія, поражая земные предметы, производитъ въ нихъ въ большихъ размѣрахъ такія же дѣйствія, какія производятъ искры сильныхъ электрическихъ машинъ и лейденскихъ баттарей. Дѣйствія молніи бываютъ *физическія, химическія* и *физіологическія.*

81. **Физическія дѣйствія.** Существуютъ примѣры, что молнія переносила съ одного мѣста на другое не только легкія тѣла, но весьма тяжелыя массы. Такъ въ Свинтонѣ, недалеко отъ Манчестера, ударомъ молніи 6 Августа 1809 года передвинуло цѣлую стѣну, состоявшую изъ 7000 кирпичей, при чемъ одинъ край стѣны прошелъ 9 футовъ, а другой 4 фута. Молнія, ударяя въ хорошіе проводники, нагрѣваетъ, накаливаетъ и расплавляетъ ихъ; явленіе плавленія особенно замѣчательно въ тѣхъ случаяхъ, когда молнія ударяетъ въ слои песку; электричество, расплавляя песокъ, образуетъ родъ пустыхъ трубокъ, внутренняя поверхность которыхъ совершенно гладкая, а наружная шероховатая отъ песку, приплавленнаго, но неизмѣненнаго; такія трубки наз. *громовыми стрѣлами* или *фульгуритами.* Массы желѣза и стали иногда намагничиваются послѣ удара молніи; полюсы магнита измѣняютъ свои мѣста.

82. **Химическія дѣйствія.** Молнія воспламеняетъ всѣ горючія вещества, подобно тому, какъ обыкновенная электрическая искра зажигаетъ алкоголь и эѳиръ. Кромѣ того молнія производитъ химическое соединеніе азота воздуха съ кислородомъ

его. Такъ въ водѣ дождя, упавшаго во время грозы, всегда находится нѣкоторое количество азотной кислоты въ соединеніи съ аммiакомъ.

83. **Физіологическія дѣйствія.** Молнія, поражая животныхъ и человѣка, въ большей части случаевъ причиняетъ мгновенную смерть, оставляя на тѣлѣ слѣды обжоговъ и ранъ. Впрочемъ вѣроятность быть убитымъ молніей весьма незначительна, и, по замѣчанію Араго, для каждаго изъ жителей большихъ городовъ представляется гораздо больше шансовъ быть убитымъ на улицѣ оторвавшеюся вывѣскою или упавшимъ сверху зданія камнемъ, чѣмъ молніею.

84. **Возвратный ударъ.** Иногда молнія поражаетъ животныхъ, не ударяя въ нихъ прямо, а въ какіе нибудь предметы, находящіеся отъ нихъ на довольно значительномъ разстояніи; это явленіе называется *возвратнымъ ударомъ* и объясняется дѣйствіемъ электричества черезъ вліяніе. Положимъ напр., что облако, сильно заряженное положительнымъ электричествомъ, проходитъ медленно надъ поверхностью земли; оно разлагаетъ черезъ вліяніе естественное электричество земныхъ предметовъ, притягивая къ себѣ отрицательное и отталкивая положительное; и если случится, что облако разрядится посредствомъ удара молніи, то разложенныя противоположныя электричества, достигшія значительнаго напряженія и не сдерживаемыя ничѣмъ, снова соединяются; это то быстрое соединеніе, происходя въ тѣлѣ животнаго, можетъ причинить мгновенную смерть.

85. **Огни Св. Эльма. Зарница.** Если грозовыя облака находятся весьма низко, то противоположное электричество земли, стремясь соединиться съ электричествомъ облаковъ, будетъ истекать изъ предметовъ, оканчивающихся остроконечіями, и поэтому въ темнотѣ на такихъ предметахъ замѣтно будетъ нѣчто въ родѣ голубоватаго пламени; такой свѣтъ дѣйствительно бываетъ иногда видимъ, преимущественно въ жаркихъ странахъ, на вершинахъ мачтъ, на концахъ пикъ, на ушахъ лошадей; у древнихъ онъ назывался *Касторъ* и *Поллуксъ*, а теперь носитъ названіе *огней Св. Эльма*. Иногда также въ ясные лѣтніе вечера, послѣ солнечнаго заката, являются на

горизонтѣ мгновенныя сіянія, не сопровождаемыя громомъ. Явленіе это называется *зарницею* и есть не что иное, какъ отблески отдаленной грозы, раскаты грома которой не достигаютъ до наблюдателя.

86. Образованіе грозы. Лѣтнія грозы образуются повидимому слѣдующимъ образомъ. Въ ясные жаркіе дни нижніе слои атмосферы, нагрѣтые сильнѣе верхнихъ, образуютъ около времени наибольшей температуры быстро-восходящій потокъ теплаго воздуха, который, охлаждаясь на высотѣ, производитъ большую массу облаковъ. Водяные пары, переходя при этомъ въ состояніе туманныхъ пузырьковъ, занимаютъ меньшій противъ прежняго объемъ и сообщаютъ поэтому находившемуся въ нихъ электричеству значительное напряженіе. Электричество отдѣльныхъ пузырьковъ распространяется мало по малу по поверхности облака, пріобрѣтая здѣсь напряженіе, вообще тѣмъ большее, чѣмъ больше объемъ образовавшейся массы облаковъ, такъ какъ поверхности увеличиваются въ меньшемъ отношеніи, чѣмъ соотвѣтствующіе имъ объемы. Когда наконецъ напряженіе разнородныхъ электричествъ, скопившихся на поверхности двухъ облаковъ, сдѣлается достаточнымъ для того, чтобы побѣдить сопротивленіе раздѣляющаго ихъ слоя воздуха, между ними является молнія. Что одно и то же облако даетъ нѣсколько молній, это объясняется съ одной стороны тѣмъ, что отъ несовсѣмъ хорошей проводимости облака электричество отдѣльныхъ пузырьковъ не вдругъ переходитъ на его поверхность и потому электричество на поверхности облака вскорѣ опять достигаетъ прежняго напряженія: съ другой стороны облака, продолжая въ теченіе нѣкотораго времени свое образованіе, получаютъ новыя количества электричества вмѣстѣ съ вновь образующимися частями. Когда образованіе облаковъ прекращается, то молніи становятся все рѣже и разъ отъ разу слабѣе и гроза мало по малу стихаетъ.

Гроза случается иногда и при другихъ обстоятельствахъ, именно отъ образованія большой массы облаковъ при встрѣчѣ двухъ противоположныхъ вѣтровъ, что главнымъ образомъ имѣетъ мѣсто при зимнихъ грозахъ.

87. **Число грозъ.** Вообще можно сказать, что число дней въ году, въ которые бываетъ гроза, уменьшается съ удаленіемъ отъ экватора. Такъ въ Ріо-Жанейро гроза бываетъ 50 разъ въ годъ, въ западной Европѣ—около 20 разъ; изъ этого числа $^2/_3$ приходятся на лѣто и $^1/_3$ на зиму; въ Петербургѣ число всѣхъ грозъ небольше 10, а зимнихъ грозъ совсѣмъ не бываетъ, тогда какъ на западномъ берегу Скандинавскаго полуострова, въ Бергенѣ, изъ 6 грозъ 2 или 3 случаются зимою; въ Исландіи (шир. 70°) гроза бываетъ однажды въ годъ, а начиная съ широты 75°, какъ кажется, никогда не бываетъ грозы.

88. **Громоотводы.** Для предохраненія зданій отъ разрушительнаго дѣйствія молніи, ихъ снабжаютъ *громоотводами*. Обыкновенно громоотводъ состоитъ изъ металлическаго заостреннаго шеста, поставленнаго на крышѣ зданія и соединеннаго хорошимъ проводникомъ съ землею и со всѣми металлическими частями зданія, напр. крышею, водосточными трубами и проч.

Когда грозовое облако, заряженное напр. положительнымъ электричествомъ, будетъ проходить надъ зданіемъ, вооруженнымъ громоотводомъ, то разлагая черезъ вліяніе естественное электричество прежде всего въ хорошихъ проводникахъ, находящихся на зданіи, оно притянетъ къ себѣ отрицательное, а положительное оттолкнетъ; при этомъ первое будетъ стремиться по проводникамъ къ острію и вытекать черезъ него, а послѣднее уйдетъ въ землю. Такимъ образомъ громоотводъ окажетъ нѣкоторое предохранительное дѣйствіе, потому что отрицательное электричество зданія, вытекая постоянно черезъ остріе и соединяясь съ противоположнымъ электричествомъ облака, будетъ уменьшать его напряженіе. Наконецъ, если напряженіе электричества облака будетъ весьма значительно и молнія ударитъ въ зданіе, то и тогда ударъ долженъ послѣдовать въ остріе, какъ часть наиболѣе близкую къ облаку и заряженную электричествомъ сильнѣе другихъ частей зданія, и кромѣ того электричество, спускаясь по хорошимъ проводникамъ, соединяющимъ громоотводъ съ землею, не причинитъ никакого вреда самому зданію. Необходимо только, чтобы конецъ проводника

находился въ хорошемъ сообщеніи съ землею; поэтому его опускаютъ обыкновенно или въ значительную массу воды, напр. въ сосѣдній прудъ или колодезь, или въ слои земли, которые постоянно сохраняютъ влажность.

IV.

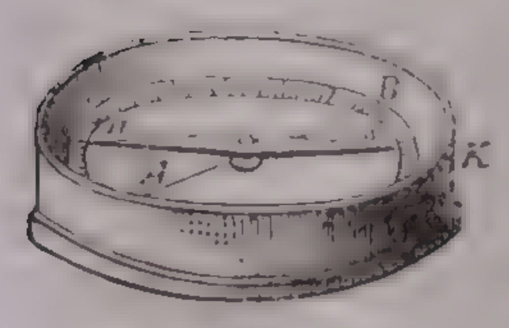
ЗЕМНОЙ МАГНЕТИЗМЪ.

89. Склоненіе магнитной стрѣлки. Изъ Физики извѣстно, что магнитная стрѣлка, вращающаяся на вертикальной оси, принимаетъ такое положеніе, что одинъ конецъ ея обращается къ N, а другой къ S. Замѣтимъ однакоже, что направленіе стрѣлки не совпадаетъ съ полуденной линіей, а отклоняется отъ нея на нѣкоторый уголъ, который наз. *склоненіемъ* магнитной стрѣлки.

Вертикальная плоскость, проходящая черезъ оба полюса магнитной стрѣлки, называется *магнитнымъ меридіаномъ*; поэтому можно сказать, что *склоненіемъ наз. уголъ, составляемый плоскостью магнитнаго меридіана съ плоскостью географическаго.*

Склоненіе бываетъ *восточное* и *западное*, смотря потому, въ какую сторону отъ меридіана уклоняется сѣверный полюсъ стрѣлки. Для опредѣленія склоненія можетъ служить обыкновенный *компасъ* или *буссоль*, состоящій изъ цилиндрической коробки K (черт. 108), закрытой стекломъ, внутри которой магнитная стрѣлка *ns* движется на вертикальной оси, находящейся въ центрѣ раздѣленнаго круга. Если поставить коробку такъ, чтобы одинъ изъ діаметровъ круга, напр. AB, совпадалъ съ направленіемъ полуденной линіи, то уголъ, составляемый стрѣлкою съ этимъ діаметромъ, и будетъ магнитнымъ склоненіемъ.

Черт. 108.



Въ бóльшей части мѣстъ Европы склоненіе въ настоящее время западное и увеличивается по направленію отъ O къ W;

такъ въ Москвѣ склоненіе 3°2′, въ Петербургѣ 6°21′, въ Берлинѣ 16½°, въ Парижѣ 19°. Въ Атлантическомъ океанѣ западное склоненіе достигаетъ наибольшей величины, затѣмъ начинаетъ уменьшаться и близъ береговъ Сѣверо-Американскихъ штатовъ обращается въ нуль, т. е. въ этихъ мѣстахъ магнитный меридіанъ уже совпадаетъ съ меридіаномъ мѣста; далѣе къ W въ Америкѣ склоненіе дѣлается восточнымъ и также начинаетъ постепенно увеличиваться. Въ восточной части Россіи западное склоненіе стрѣлки также дѣлается равно нулю и, перейдя въ восточное, начинаетъ увеличиваться съ углубленіемъ въ материкъ Азіи. Чтобы яснѣе видѣть всѣ эти результаты, соединяютъ на картѣ всѣ мѣста, имѣющія одинакое склоненіе, кривыми линіями: такія кривыя называются *изогоническими линіями*. Форма ихъ вообще весьма неправильна; вотъ напр. какое направленіе имѣетъ линія, соединяющая всѣ мѣста, гдѣ склоненіе равно нулю. Одна часть ея, начинаясь у острова Мельвиля, проходитъ по NO части N Америки до Филадельфіи, отсюда по Атлантическому океану восточнѣе Антильскихъ острововъ до устья Амазонки, потомъ по восточной части Бразиліи доРіо-Жанейро и склоняясь къ O, теряется въ южномъ Ледовитомъ океанѣ. Другая часть этой линіи, выходя изъ южнаго Ледовитаго океана близъ вулкана Эребъ и склоняясь къ W, пересѣкаетъ материкъ Новой Голландіи, проходитъ въ сѣверо-западномъ направленіи по Индѣйскому океану и въ Персидскомъ заливѣ вступаетъ въ материкъ Азіи, гдѣ черезъ Персію и Каспійское море входитъ въ восточную часть Европейской Россіи, направляясь къ сѣверному полюсу. Кромѣ этой кривой линіи, обходящей весь земной шаръ, существуетъ еще другая малая линія съ нулевымъ склоненіемъ, почти правильной эллиптической формы, восточная часть которой огибаетъ берега Японіи и Китая, а западная находится внутри материка Азіи.

90. Измѣненія склоненія. Склоненіе магнитной стрѣлки въ одномъ и томъ же мѣстѣ земной поверхности не остается постояннымъ, но безпрестанно измѣняется. Эти измѣненія бываютъ *періодическія*, *вѣковыя* и *случайныя*.

1. *Періодическія измѣненія склоненія.* Въ тѣхъ мѣстахъ

Европы, гдѣ склоненіе западное, каждый день утромъ сѣверный конецъ стрѣлки движется къ W и достигаетъ maximum своего отклоненія около времени наибольшей температуры: послѣ этого склоненіе начинаетъ уменьшаться и достигаетъ своего minimum въ продолженіе ночи, затѣмъ снова увеличивается и т. д. Эти измѣненія называются *суточными*. Наблюдая суточныя измѣненія склоненія въ различные дни года, замѣчаютъ, что отклоненіе магнитной стрѣлки отъ средняго ея положенія достигаетъ наибольшей величины лѣтомъ и наименьшей зимою. Эти измѣненія называются *годичными*. Величина тѣхъ и другихъ различна для различныхъ мѣстъ земной поверхности.

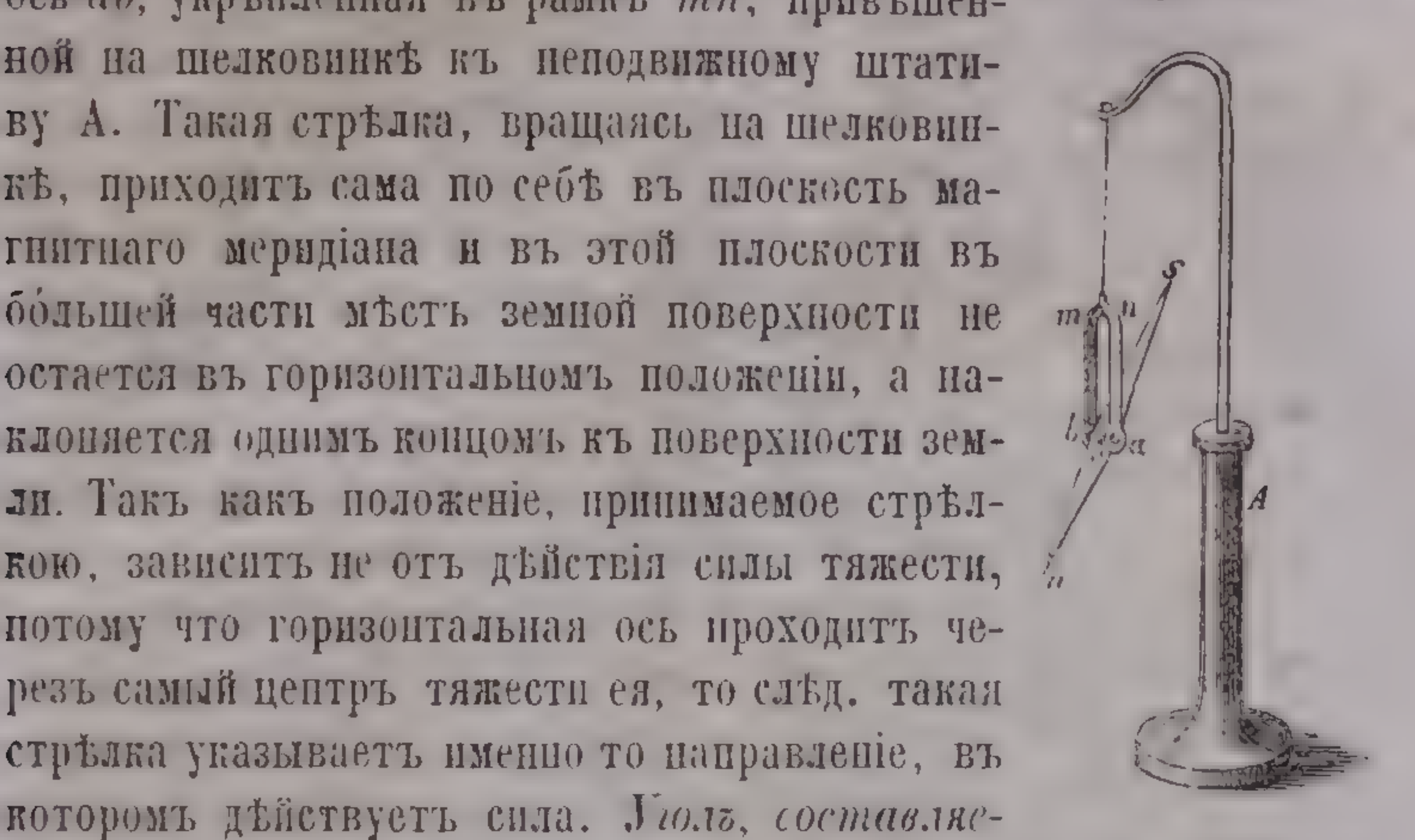
2. *Вѣковыя измѣненія*. Изъ сравненія среднихъ величинъ склоненія въ какомъ нибудь мѣстѣ для нѣсколькихъ послѣдовательныхъ лѣтъ замѣчено измѣненіе склоненія, извѣстное подъ именемъ *вѣковаго*. Такъ изъ наблюденій, сдѣланныхъ въ Парижѣ съ 1580 г., выведены слѣдующіе результаты: въ 1580 г. склоненіе было восточное и равнялось 11°30′: уменьшаясь съ каждымъ годомъ, въ 1663 г. оно обратилось въ нуль, послѣ этого сдѣлалось западнымъ и увеличивалось до 1814 г., когда оно имѣло наибольшую величину и равно было 22°14′: съ этого года склоненіе стало уменьшаться и въ 1860 г. было равно только 19°. Подобныя же вѣковыя измѣненія замѣчены и въ другихъ мѣстахъ земли, но до сихъ поръ нѣтъ еще достаточнаго числа данныхъ, чтобы судить о томъ, принадлежатъ ли онѣ къ числу періодическихъ измѣненій, совершающихся въ извѣстныхъ предѣлахъ, или нѣтъ.

3. *Измѣненія случайныя или не періодическія*. Къ такимъ измѣненіямъ принадлежатъ быстрыя измѣненія въ склоненіи, не имѣющія никакой правильности. Араго первый замѣтилъ, что онѣ всегда совпадаютъ съ появленіемъ сѣвернаго сіянія въ мѣстахъ, лежащихъ даже очень далеко отъ мѣста наблюденія.

91. **Наклоненіе магнитной стрѣлки.** Склоненіе стрѣлки показываетъ, что сила, производящая это явленіе, дѣйствуетъ въ плоскости магнитнаго меридіана; а чтобы опредѣлить направленіе силы въ этой плоскости, надо имѣть стрѣлку, которая могла бы свободно двигаться во всѣхъ плоскостяхъ. Возьмемъ

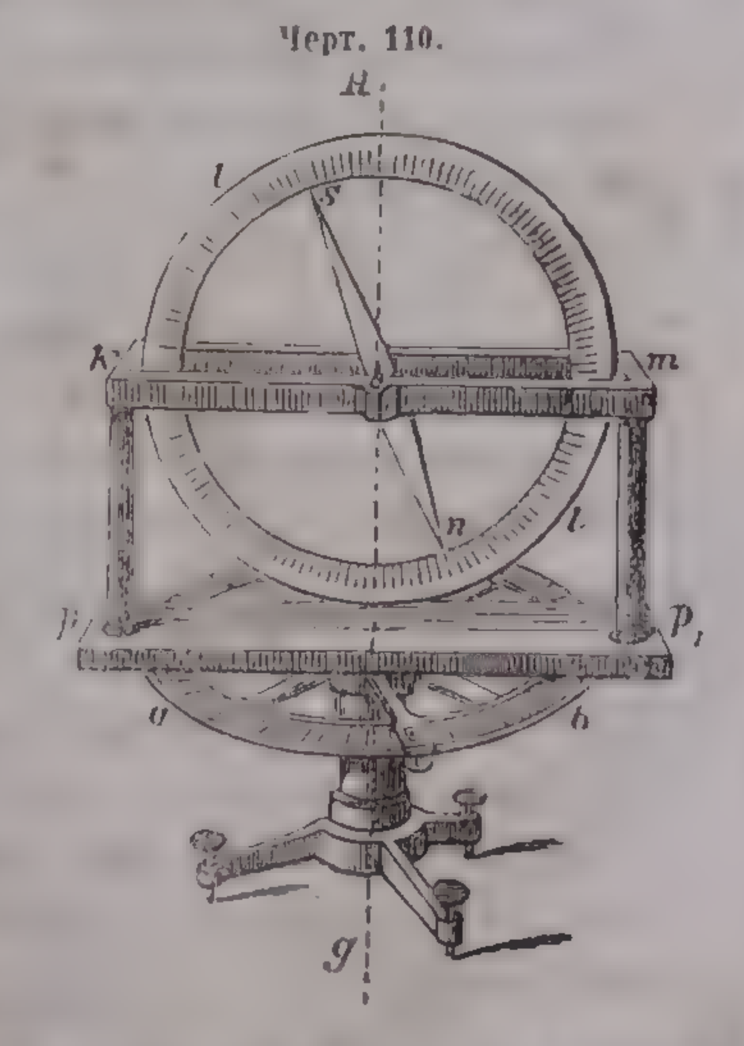
для этого магнитную стрѣлку ns (черт. 109), сквозь центръ тяжести которой c проходитъ горизонтальная ось ab, укрѣпленная въ рамкѣ mn, привѣшенной на шелковинкѣ къ неподвижному штативу A. Такая стрѣлка, вращаясь на шелковинкѣ, приходитъ сама по себѣ въ плоскость магнитнаго меридіана и въ этой плоскости въ бо́льшей части мѣстъ земной поверхности не остается въ горизонтальномъ положеніи, а наклоняется однимъ концомъ къ поверхности земли. Такъ какъ положеніе, принимаемое стрѣлкою, зависитъ не отъ дѣйствія силы тяжести, потому что горизонтальная ось проходитъ черезъ самый центръ тяжести ея, то слѣд. такая стрѣлка указываетъ именно то направленіе, въ которомъ дѣйствуетъ сила. *Уголъ, составляемый направленіемъ стрѣлки съ горизонтомъ*, наз. *наклоненіемъ*, а самая стрѣлка—*стрѣлкою наклоненія*. Наклоненіе называется

Черт. 109.



сѣвернымъ, если обращенъ къ землѣ сѣверный полюсъ, и *южнымъ*, если обращенъ южный полюсъ стрѣлки. Для точнаго измѣренія наклоненія употребляется приборъ, называемый *буссолью наклоненія*, состоящій изъ вертикальнаго раздѣленнаго круга ll (черт. 110), могущаго двигаться вмѣстѣ съ подставкою pp_1 около вертикальной оси Hg; уголъ, на который поворачивается плоскость круга, опредѣляется на горизонтальномъ кругѣ ab. Магнитная стрѣлка ns движется на горизонтальной оси, проходящей черезъ центръ вертикальнаго круга и удерживаемой рамкою km. Наклоненіе стрѣлки, подобно склоненію, не одина-

Черт. 110.



ково въ различныхъ мѣстахъ земной поверхности; вообще оно возрастаетъ по мѣрѣ удаленія отъ экватора къ полюсамъ и въ полушаріяхъ сѣверномъ и южномъ различается тѣмъ, что въ первомъ оно сѣверное, а въ послѣднемъ южное.

Такъ въ Петербургѣ сѣверное наклоненіе равно 71°, въ Москвѣ 68°57′, въ Парижѣ 66°42′, въ Палермо 57°16′; на островѣ св. Елены оно южное и равно 21°32′, на мысѣ Доброй Надежды тоже южное и равно 53°20′.

Соединяя на картѣ всѣ мѣста, имѣющія одинакое наклоненіе, получають кривыя линіи, называемыя *изоклиническими*. *Линія, соединяющая всѣ мѣста на земной поверхности, гдѣ наклоненіе равно 0, другими словами—гдѣ стрѣлка наклоненія совершенно горизонтальна*, называется *магнитнымъ экваторомъ*. Магнитный экваторъ не совпадаетъ съ направленіемъ земнаго экватора, но пересѣкаетъ его въ двухъ діаметрально противоположныхъ точкахъ, изъ которыхъ одна лежитъ въ Атлантическомъ океанѣ, а другая въ Тихомъ.

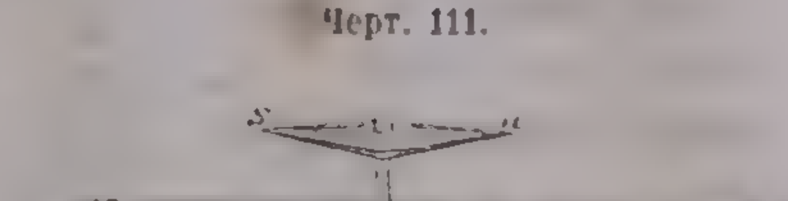
Точки, гдѣ наклоненіе равно 90°, или тѣ, въ которыхъ стрѣлка наклоненія вертикальна, называются *магнитными полюсами*. Такихъ точекъ двѣ: одна лежитъ въ Сѣверной Америкѣ подъ 74° сѣв. широты, близъ острова Мельвиля, другая въ Южномъ Ледовитомъ океанѣ близъ вулкана Эребъ подъ 77° южн. широты.

92. **Измѣненія наклоненія.** Наклоненіе магнитной стрѣлки въ какомъ нибудь мѣстѣ земной поверхности претерпѣваетъ измѣненія, сходныя съ измѣненіями склоненія, только величина ихъ гораздо меньше. Замѣтимъ, что точное опредѣленіе измѣненій наклоненія гораздо труднѣе, какъ потому, что онѣ меньше, такъ и потому, что этимъ слабымъ движеніямъ препятствуетъ треніе оси о подставки. Впрочемъ наблюденія показываютъ, что каждый день maximum наклоненія бываетъ поутру, а minimum послѣ полудня; въ продолженіе года maximum приходится лѣтомъ, а minimum зимою.

93. **Земной магнетизмъ.** Если магнитную стрѣлку *ns*, могущую двигаться на вертикальной оси, поставить надъ магнитомъ NS черт. 111, то при всѣхъ положеніяхъ его относительно

странъ горизонта направленіе стрѣлки остается параллельно направленію магнита и притомъ каждый полюсъ стрѣлки обращенъ бываетъ въ сторону противоположнаго ему полюса полосы NS. Явленіе было бы тоже самое и тогда, когда подъ

Черт. 111.



стрѣлкою *ns* находился бы не магнитъ, а простая желѣзная полоса, только въ этомъ случаѣ одинъ и тотъ же полюсъ стрѣлки направлялся бы безразлично въ сторону ближайшаго къ нему конца полосы. Если же надъ магнитомъ NS помѣстить стрѣлку наклоненія, изображенную на черт. 109, то при передвиженіи ея вдоль магнита она будетъ горизонтальна только надъ его точкою безразличія; надъ всѣми другими точками магнита, лежащими въ сѣверной половинѣ его, будетъ наклоняться южный конецъ стрѣлки и наклоненіе будетъ увеличиваться съ приближеніемъ къ полюсу, надъ которымъ стрѣлка приметъ вертикальное положеніе; тоже самое будетъ и въ южной половинѣ магнита, но наклоняться здѣсь будетъ уже сѣверный конецъ стрѣлки. Эти опыты приводятъ къ заключенію, что причину, заставляющую магнитную стрѣлку принимать въ каждомъ мѣстѣ земной поверхности опредѣленное положеніе относительно меридіана и горизонта, надо искать не въ существованіи большихъ массъ желѣза близь полюсовъ земли, а въ собственномъ магнетизмѣ земнаго шара; землю надо разсматривать какъ громадный магнитъ, полюсы котораго лежатъ недалеко отъ земныхъ, а безразличная линія проходитъ близь земнаго экватора.

94. Напряженіе силы земнаго магнетизма. Склоненіе и наклоненіе магнитной стрѣлки указываютъ направленіе, въ которомъ дѣйствуетъ сила земнаго магнетизма; а чтобы имѣть полное понятіе объ этой силѣ, остается только узнать ея напряженіе. Не входя въ подробности, мы замѣтимъ, что зная времена колебаній одной и той же магнитной стрѣлки въ двухъ различныхъ мѣстахъ земной поверхности, можно найти отноше-

ніе между напряженіями силы земнаго магнетизма въ этихъ мѣстахъ точно также, какъ находили отношеніе между напряженіемъ силы тяжести въ двухъ мѣстахъ, зная времена качаній одного и того же маятника въ этихъ мѣстахъ. Принимая наконецъ напряженіе силы земнаго магнетизма въ какомъ нибудь мѣстѣ земли за единицу, можно выразить въ этой единицѣ напряженіе той же силы въ другихъ мѣстахъ земли. Всѣ мѣста, гдѣ напряженіе земнаго магнетизма одинаково, соединяютъ на картѣ кривыми линіями, которыя называются *изодинамическими*.

Замѣчательно, что наибольшее магнитное напряженіе находится не въ магнитномъ полюсѣ, а около него, притомъ въ сѣверномъ полушаріи находятся двѣ такія точки: одна въ N Америкѣ, нѣсколько къ W отъ Гудзонова залива съ напряженіемъ равнымъ 1,763; а другая въ Сибири, неподалеку отъ устьевъ Лены съ напряженіемъ 1,692, причемъ за 1 принято напряженіе, замѣченное Гумбольдтомъ на магнитномъ экваторѣ въ Перу.

V.

СВѢТОВЫЕ ИЛИ ОПТИЧЕСКІЕ МЕТЕОРЫ.

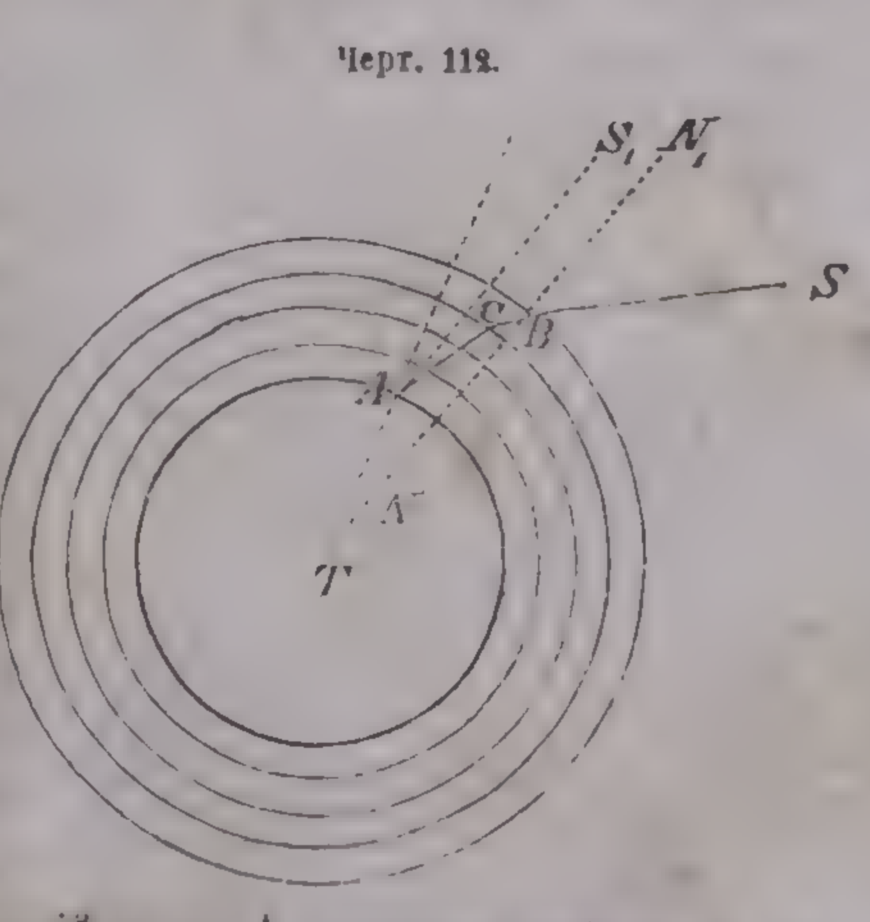
95. Цвѣтъ неба. Воздухъ не совершенно прозраченъ; при большихъ толщинахъ онъ поглощаетъ значительную часть проходящаго черезъ него свѣта; отъ этого то всѣ отдаленные предметы, какъ напр. вершины далекихъ горъ, кажутся всегда какъ бы въ туманѣ. Кромѣ того частицы воздуха отражаютъ часть падающаго на нихъ солнечнаго свѣта; еслибы этого не было, то днемъ небо казалось бы намъ совершенно чернымъ и на немъ при солнечномъ сіяніи мы могли бы видѣть неподвижныя звѣзды. Только отраженіе солнечныхъ лучей отъ частицъ воздуха по всѣмъ направленіямъ сообщаетъ небесному своду такое освѣщеніе, при которомъ слабый свѣтъ неподвижныхъ звѣздъ дѣлается незамѣтенъ для глаза. При этомъ частицы воздуха отражаютъ изъ бѣлыхъ солнечныхъ лучей только голубые; отъ

этого то и происходитъ *голубой цвѣтъ неба*. Голубой оттѣнокъ бываетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ меньше паровъ воды находится въ воздухѣ и чѣмъ дальше они отъ точки насыщенія; поэтому цвѣтъ неба зимою блѣднѣе, чѣмъ лѣтомъ; вблизи горизонта блѣднѣе, чѣмъ около зенита. Извѣстно также, что въ странахъ тропическихъ, гдѣ воздухъ чрезвычайно прозраченъ, небо имѣетъ великолѣпный темноголубой цвѣтъ, какого оно никогда не имѣетъ въ высшихъ широтахъ.

Свойствомъ воздуха отражать голубые лучи и пропускать дополнительные къ нимъ объясняется также то, что небо во время зари кажется окрашеннымъ въ желтый или красный цвѣтъ, что солнце и луна, находясь близь горизонта, кажутся красными и т. п.

96. **Рефракція**. Явленіе рефракціи состоитъ въ томъ, что лучи свѣта, идущіе отъ какого нибудь свѣтила, достигаютъ глаза наблюдателя только послѣ преломленія въ различныхъ слояхъ атмосферы, и потому онъ видитъ свѣтило совсѣмъ не въ томъ направленіи, въ какомъ оно дѣйствительно находится. Пусть T (черт. 112) представляетъ землю, окруженную атмосферою, состоящею изъ слоевъ, плотность которыхъ возрастаетъ съ приближеніемъ къ поверхности земли. Лучъ SB, идущій отъ какой нибудь звѣзды S, вступая при B изъ пустаго пространства въ атмосферу, приблизится къ перпендикуляру NN_1 и встрѣчая слои все болѣе и болѣе плотные, претерпитъ рядъ преломленій, такъ что путь его будетъ линія SBCA, и потому наблюдатель, находящійся въ A, увидитъ звѣзду по направленію послѣдняго элемента AS_1 этой линіи, т. е. выше того мѣста, которое звѣзда дѣйствительно занимаетъ. Это увеличеніе

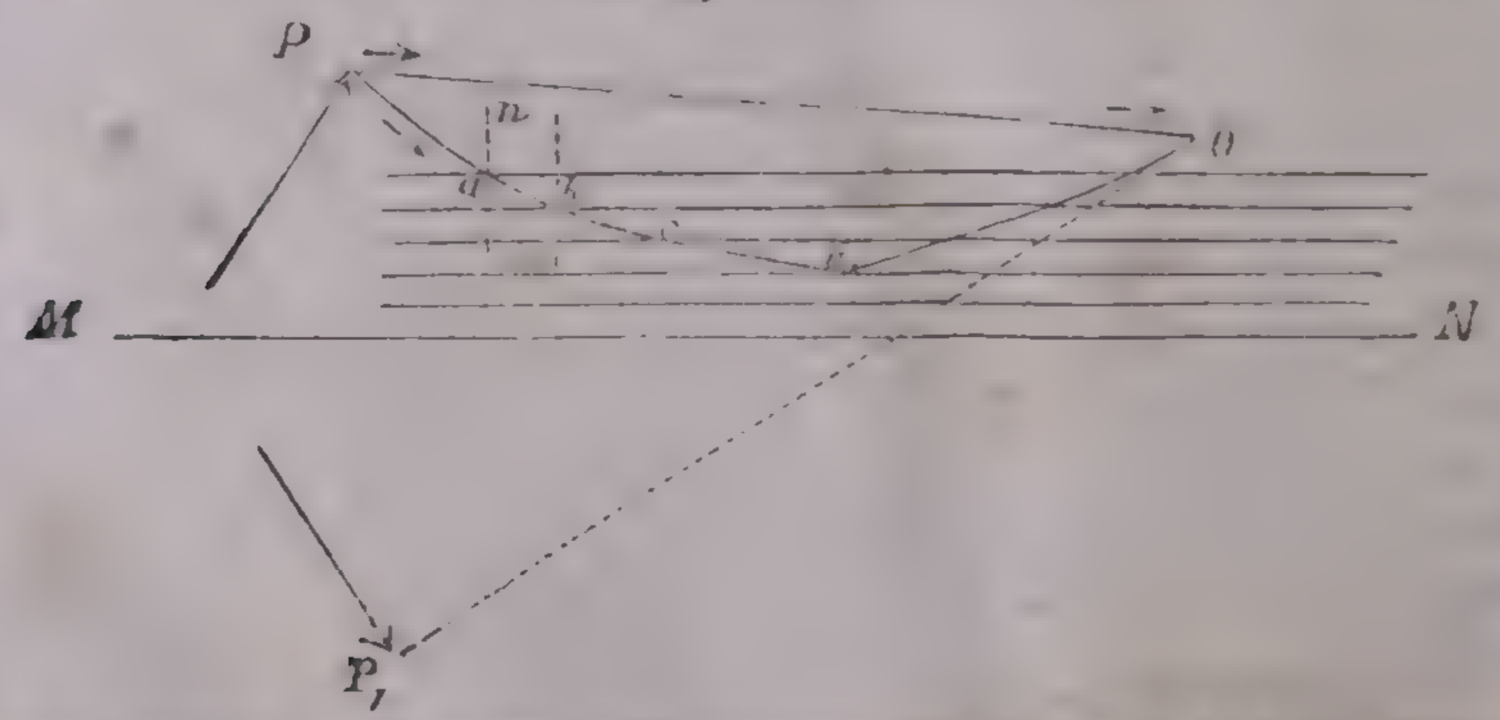
Черт. 112.



высоты свѣтила будетъ тѣмъ больше, чѣмъ ближе къ горизонту находится свѣтило; напротивъ оно равно нулю, когда свѣтило находится въ зенитѣ, потому что лучи будутъ итти въ этомъ случаѣ по перпендикуляру и слѣд. не будутъ преломляться. Чтобы дать понятіе о величинѣ рефракціи, мы укажемъ на то, что вслѣдствіе ея мы видимъ весь дискъ солнца надъ горизонтомъ, тогда какъ въ дѣйствительности солнце находится еще подъ нимъ и только верхній край его касается горизонта.

97. Зеркальность воздуха. Въ обширныхъ песчаныхъ равнинахъ, когда солнце сильно нагрѣваетъ поверхность земли, въ тихую погоду наблюдателю кажется, что онъ видитъ передъ собою массу воды, въ которой видны изображенія сосѣднихъ предметовъ, неба и облаковъ. Это явленіе наз. *миражемъ* или *зеркальностью воздуха* и происходитъ слѣдующимъ образомъ. При сильномъ нагрѣваніи поверхности земли слои воздуха, прикасающіеся къ ней, нагрѣваются сильнѣе слоевъ выше лежащихъ и стало быть плотность этихъ послѣднихъ будетъ больше плотности нижнихъ слоевъ. Такимъ образомъ мы должны представить надъ поверхностью земли рядъ слоевъ, которыхъ плотность и слѣд. преломляющая сила возрастаетъ до нѣкоторой высоты, потомъ начинаетъ уменьшаться. Пусть P (черт. 113) есть вершина какого нибудь высокаго предмета,

Черт. 113.



напр. дерева, и O глазъ наблюдателя. Если точки P и O находятся въ слояхъ воздуха, плотности которыхъ мало разнятся

между собою, то нѣкоторые изъ лучей, идущихъ отъ точки P, будутъ идти по направленію PO и слѣд. наблюдатель увидитъ точку P въ томъ мѣстѣ, гдѣ она находится дѣйствительно; но кромѣ этихъ лучей будутъ еще и другіе, путь которыхъ значительно измѣнится. Такъ напр. лучъ P*a*, вступая въ точкѣ *a* изъ слоя болѣе плотнаго въ слой менѣе плотный, долженъ уклониться отъ перпендикуляра *an*, въ *b* онъ уклонится еще болѣе и т. д. Наконецъ этотъ лучъ, уклоняясь по мѣрѣ приближенія къ поверхности земли все болѣе и болѣе отъ перпендикуляра, можетъ составить съ нимъ такой уголъ, что, претерпѣвъ полное внутреннее отраженіе, не выйдетъ въ слѣдующій нижній слой. Пусть *d* представляетъ точку, гдѣ происходитъ это отраженіе; отъ этой точки лучъ, выходя изъ слоевъ менѣе плотныхъ въ болѣе плотные, будетъ приближаться къ перпендикуляру и, описавъ линію подобную той, которую онъ прошелъ до точки *d*, можетъ достигнуть глаза наблюдателя, который увидитъ точку P по направленію послѣдняго элемента этой линіи, т. е. по направленію OP_1. Разсуждая такимъ же точно образомъ и относительно другихъ точекъ предмета, легко видѣть, что онъ будетъ казаться наблюдателю превращеннымъ.

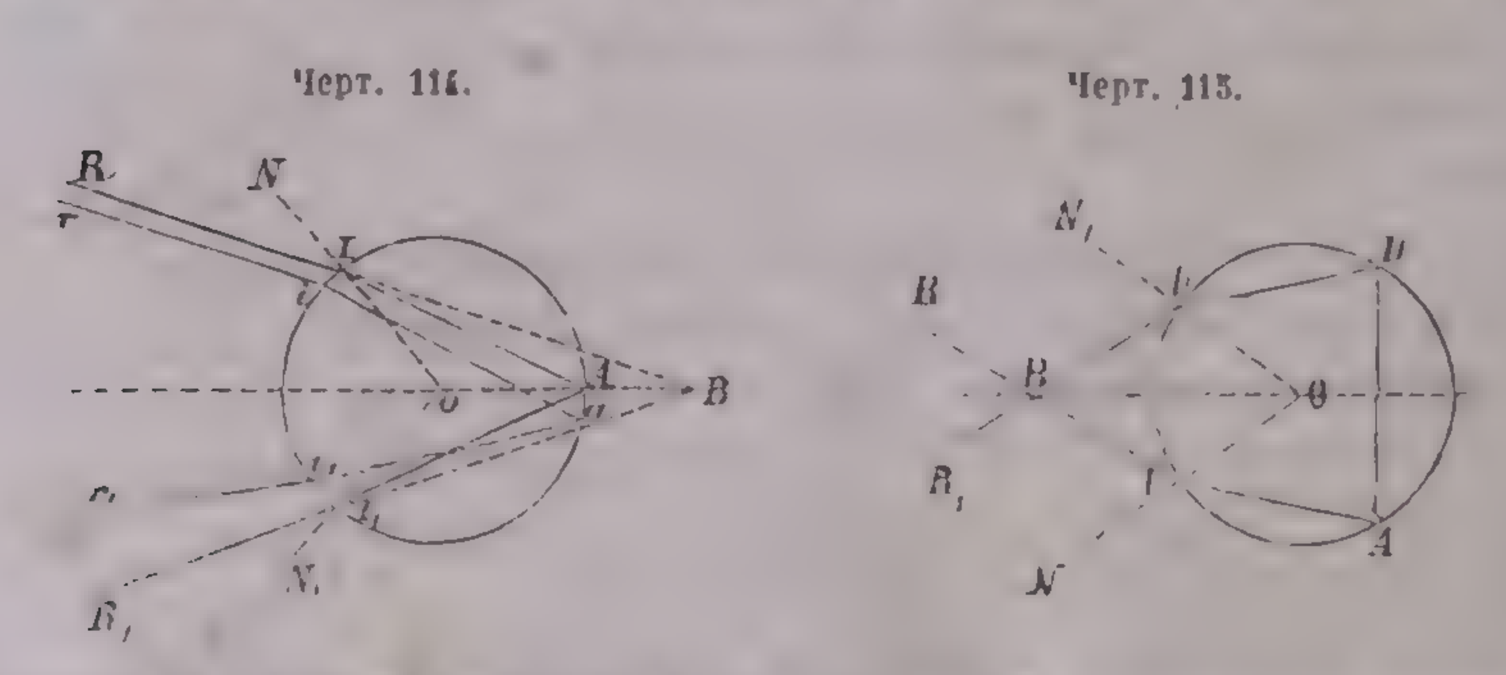
Кромѣ этого, наиболѣе обыкновеннаго, случая миража могутъ происходить и другіе, болѣе сложные; такъ кромѣ обратнаго изображенія внизу замѣчается еще третье, болѣе поднятое, въ прямомъ видѣ и т. п.; но всѣ эти случаи, подобно предъидущему, весьма удовлетворительно можно объяснять, допуская особенное расположеніе слоевъ воздуха различныхъ плотностей. Точно также объясняется и явленіе, извѣстное въ Сициліи подъ именемъ *Фата-Моргана*, при которомъ зрителю, находящемуся на берегу моря, кажутся на горизонтѣ изображенія кораблей, замковъ, горъ и другихъ предметовъ, которые находятся далеко подъ горизонтомъ.

98. **Радуга**. Когда солнце находится не высоко надъ горизонтомъ, а на противоположной сторонѣ съ нимъ помѣщается облако, изъ котораго идетъ дождь, то въ капляхъ падающаго дождя можно видѣть всѣмъ извѣстное явленіе — *радугу*, т. е.

блестящую дугообразную полосу, окрашенную всѣми цвѣтами солнечнаго спектра, при чемъ фіолетовый цвѣтъ занимаетъ нижній, а красный верхній край этой дуги. Кромѣ одной радуги видна бываетъ иногда еще выше другая, цвѣта которой тѣ же самые, только менѣе блестящи, и при этомъ порядокъ ихъ совершенно обратный, т. е. красный цвѣтъ находится внизу, а фіолетовый на верху. Явленіе радуги происходитъ отъ разложенія солнечныхъ лучей въ капляхъ дождя. Не развивая здѣсь полной теоріи этого явленія, мы приведемъ только нѣкоторыя основанія ея.

Разсмотримъ сначала, что произойдетъ съ лучемъ какого нибудь простаго цвѣта, напр. краснаго, когда онъ падаетъ на дождевую каплю. Пусть этотъ лучъ будетъ RI (черт. 114); встрѣчая поверхность капли въ точкѣ I, онъ раздѣляется на двѣ части: одна изъ нихъ отражается отъ поверхности, а другая входитъ внутрь капли и преломившись напр. по направ-

Черт. 114. Черт. 115.



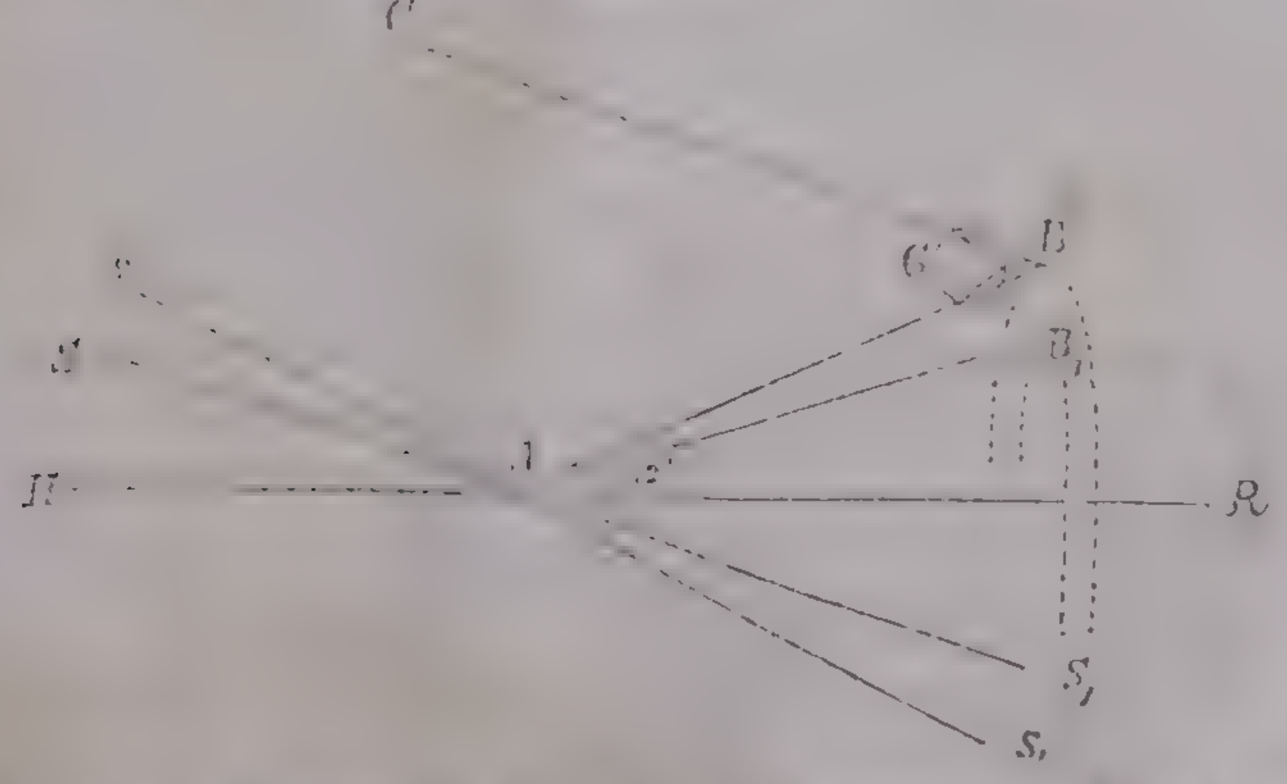
ленію IA, можетъ отразиться отъ внутренней поверхности капли одинъ, два и даже болѣе разъ, прежде чѣмъ выйдетъ изъ капли. Черт. 114 представляетъ случай одного, а черт. 115-й случай двухъ подобныхъ отраженій. Изъ черт. 114 видно, что выходящій изъ капли лучъ R_1I_1 послѣ двухъ преломленій при I и I_1 и одного отраженія отклоняется отъ своего первоначальнаго направленія на нѣкоторый уголъ RBR_1. Другой лучъ того же цвѣта *ri*, параллельный съ RI, имѣя другой уголъ паденія, не останется послѣ преломленія параллельнымъ съ лучемъ RI, но уклоняясь отъ него болѣе и болѣе, выйдетъ изъ капли по

какому нибудь направленію $r_1 l_1$, не параллельному съ $R_1 I_1$. Поэтому пучокъ параллельныхъ лучей какого нибудь цвѣта, падающій на каплю, при выходѣ изъ нея сдѣлается расходящимся, и тѣ изъ лучей, которые попадутъ въ глазъ наблюдателя, не имѣя достаточной напряженности, не произведутъ на него замѣтнаго впечатлѣнія. Теорія однако показываетъ, что при нѣкоторой величинѣ угла паденія параллельные лучи и по выходѣ останутся параллельными; слѣд. всѣ достигнутъ глаза наблюдателя и будутъ имѣть поэтому напряженность, достаточную для того, чтобы произвести на глазъ замѣтное впечатлѣніе. Лучи эти наз. *дѣятельными* (efficaces). Уголъ паденія, а вмѣстѣ съ нимъ и уголъ RBR_1, при которомъ пучокъ параллельныхъ лучей остается параллельнымъ и по выходѣ изъ капли, зависитъ отъ показателя преломленія и потому для каждаго изъ цвѣтныхъ лучей имѣетъ особенную величину. Найдено, что въ случаѣ одного отраженія

	для красн. луч.	для фіолет. луч.
уголъ паденія RIN. .	59°23′	58°40′
уголъ RBR_1. . . .	42°	40°

Для другихъ цвѣтныхъ лучей величины угловъ паденія заключаются между 59°23′ и 58°40′, величины угловъ отклоненія — между 42° и 40°.

Черт. 116.



Положимъ теперь, что A (черт. 116) означаетъ мѣсто наблюдателя, HR — сѣченіе плоскости горизонта съ плоскостью черте-

жа, SAS_1 —прямую, проходящую черезъ нижній край солнечнаго диска и черезъ глазъ наблюдателя, и AB —прямую, находящуюся также въ плоскости чертежа и составляющую съ линіею SAS_1 уголъ въ 42°. Если на сторонѣ неба, противоположной солнцу, будетъ идти дождь, то на линіи AB въ каждое мгновеніе будетъ находиться капля дождя; пусть G будетъ одна изъ этихъ капель. Изъ лучей, падающихъ на нее отъ нижняго края солнца, которые вслѣдствіе чрезвычайно большаго разстоянія этого свѣтила всѣ надо считать параллельными линіи SAS_1, какой нибудь лучь CB, составляющій съ перпендикуляромъ на поверхности капли уголъ 59°23′, при разложеніи внутри капли, дастъ красный лучь, который уклонится отъ падающаго на 42° и слѣд. выйдетъ по направленію AB и достигнетъ глаза наблюдателя; сверхъ того лучи, весьма близкіе съ CB, дадутъ красные лучи, которые будутъ параллельны первому, и слѣд. глазъ наблюдателя, находящагося въ A, увидитъ красную точку по направленію AB. Такъ какъ тѣ же заключенія можно сдѣлать и относительно всякой прямой, составляющей съ линіею AS уголъ въ 42°, то наблюдатель увидитъ красную дугу по линіи пересѣченія съ небеснымъ сводомъ поверхности конуса, происходящаго отъ обращенія линіи AB около линіи AS_1. Эта красная линія будетъ произведена лучами, идущими отъ нижняго края солнца; но такія же линіи произойдутъ и отъ другихъ точекъ солнца. Если sAs_1 представляетъ линію, проходящую черезъ глазъ наблюдателя и верхній край солнца, то лучи, идущіе отъ этого края, дадутъ красную дугу, которой всѣ точки будутъ составлять съ линіею sAs_1 уголъ B_1As_1, также равный 42°. И такъ какъ уголъ $BAB_1 = S_1As_1$, т. е. видимому діаметру солнца, который немного болѣе полградуса, то слѣд. красная дуга, произведенная верхнею точкою солнца, будетъ отстоять отъ дуги, произведенной нижнею точкою его, почти на полградуса; между ними будутъ лежать дуги отъ всѣхъ остальныхъ точекъ солнечнаго диска. Всѣ эти дуги и составляютъ красную дугообразную полосу шириною въ полградуса.

Разсуждая такимъ же точно образомъ и относительно другихъ цвѣтныхъ лучей, нетрудно видѣть, что лучи каждаго цвѣта

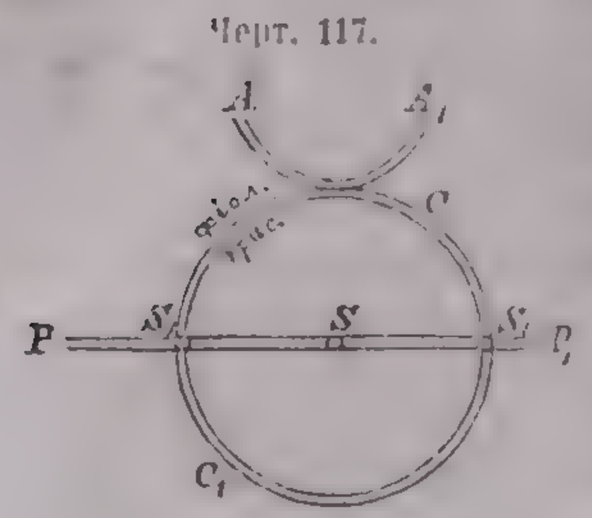
произведутъ полосу шириною въ $^1/{}^0{}_2$, и такъ какъ уголъ отклоненія фіолетовыхъ лучей меньше, чѣмъ уголъ отклоненія всѣхъ другихъ, то очевидно, что нижній край всей разноцвѣтной полосы будетъ окрашенъ фіолетовымъ цвѣтомъ, а верхній красным.

Нетрудно также видѣть, что радуга можетъ произойти не при всякомъ положеніи солнца относительно горизонта. Въ самомъ дѣлѣ, если HR (черт. 116) представляетъ горизонтъ, то уголъ sAH есть высота верхняго края солнца, а BAR — высота верхняго края радуги; но уголъ $BAR = BAs_1 - RAs_1 = BAS_1 + S_1As_1 - RAs_1 = 42^0 + {}^1/{}^0{}_2 - sAH$, т. е. высота верхняго края радуги равна $42^0 \, ^1/_2$ безъ высоты верхняго края солнца. Поэтому если высота солнца равна $42^0 \, ^1/_2$, то верхній край радуги будетъ виденъ только на самомъ горизонтѣ; если же высота солнца будетъ болѣе $42^0 \, ^1/_2$, то вся радуга будетъ находиться подъ горизонтомъ.

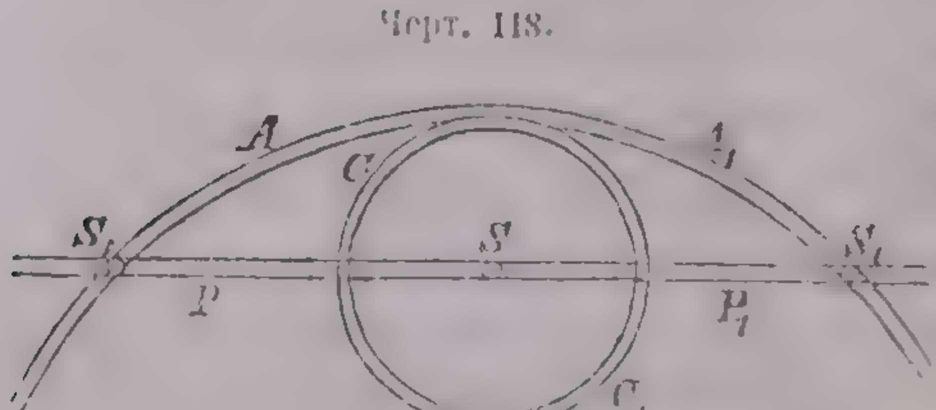
Происхожденіе верхней радуги, менѣе блестящей, объясняется точно также дѣйствіемъ солнечныхъ лучей, выходящихъ изъ капли послѣ двухъ отраженій внутри ея. Такъ какъ въ этомъ случаѣ уголъ отклоненія для красныхъ лучей равенъ 51^0, а для фіолетовыхъ 54^0, то красный цвѣтъ занимаетъ нижній, а фіолетовый верхній край разноцвѣтной дуги. Понятно также, что эта вторая радуга должна быть менѣе блестяща, чѣмъ первая, такъ какъ лучи, производящіе ее, должны быть слабѣе вслѣдствіе двухъ отраженій.

99. **Круги около солнца и луны. Ложныя солнца.** Иногда около солнца и луны замѣчаются круги, окрашенные въ различные цвѣта спектра и центръ которыхъ занимаетъ свѣтило; цвѣта круговъ расположены такъ, что внутренній край окрашенъ краснымъ, а наружный фіолетовымъ цвѣтомъ. Чаще всего явленіе состоитъ изъ одного круга, радіусъ котораго равенъ 22^0; гораздо рѣже виденъ бываетъ и другой кругъ, концентрическій съ первымъ, вдвое большаго радіуса. Наконецъ иногда около солнца замѣчается еще цѣлый кругъ или одна только дуга, касающаяся къ кругу, имѣющему радіусъ въ 23^0; въ нѣкоторыхъ случаяхъ эта дуга AA_1 имѣетъ внѣшнее прикосновеніе (черт.

117), въ другихъ случаяхъ внутреннее (черт. 118). Это явленіе приписываютъ разложенію свѣта внутри ледяныхъ иголокъ, имѣющихъ видъ треугольныхъ призмъ, изъ которыхъ по всей вѣроятности состоятъ перистыя облака.


Черт. 117.

Иногда кромѣ этихъ круговъ видна бываетъ еще бѣловатая полоса PP_1 (черт. 117 и 118), проходящая черезъ дискъ солнца и ширина которой равна видимому его діаметру. Мѣста пересѣченія ея съ кругомъ CC_1 (черт. 117) или съ дугою AA_1 (черт. 118) бываютъ очень свѣтлы и называются *побочными* или *ложными солнцами*.


Черт. 118.

100. Вѣнчики. Вѣнчиками называются также окрашенные круги, замѣчаемые иногда вокругъ солнца и луны. Они отличаются отъ предъидущихъ круговъ обратнымъ расположеніемъ цвѣтовъ; наружный край вѣнчиковъ бываетъ краснаго цвѣта, а внутренній фіолетоваго; кромѣ того діаметръ ихъ несравненно меньше діаметра круговъ. Весьма часто замѣчается нѣсколько вѣнчиковъ, радіусъ ихъ измѣняется между 1° 30′ и 4°. Подобное явленіе замѣчается, если смотрѣть на пламя свѣчи сквозь густой паръ или отпотѣвшее стекло. Поэтому происхожденіе вѣнчиковъ приписывается видоизмѣненіямъ, которыя претерпѣваютъ солнечные лучи, проходящіе черезъ облака, состоящія изъ капель воды сферической формы и равнаго діаметра.

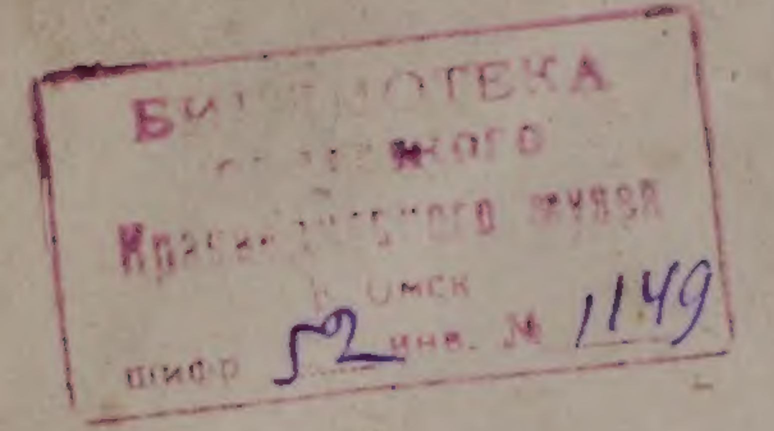
101. Полярныя сіянія. Кромѣ этихъ явленій, производимыхъ солнечнымъ свѣтомъ, въ атмосферѣ замѣчается по временамъ еще другое оптическое явленіе, до сихъ поръ не вполнѣ разъясненное; это такъ называемыя *полярныя сіянія*, наблюдаемыя преимущественно въ странахъ околополярныхъ; въ нашемъ полушаріи такое явленіе наз. *сѣвернымъ сіяніемъ*.

Явленіе это состоитъ въ слѣдующемъ. Въ сѣверной части горизонта небо начинаетъ темнѣть и вскорѣ образуется темный сегментъ, окаймленный широкою бѣлою полосою, находящеюся въ особенномъ движеніи. Изъ этой дуги выходятъ лучи и столбы свѣта, достигающіе иногда до зенита и окрашенные въ различные цвѣта (красный, пурпуровый, зеленый, синій). Иногда столбы выходятъ только изъ блестящей дуги, окаймляющей сегментъ, иногда же они поднимаются разомъ въ различныхъ частяхъ горизонта и, соединясь вмѣстѣ, движутся подобно волнующимся складкамъ громаднаго занавѣса; верхнія части ихъ образуютъ тогда такъ называемую *корону сѣвернаго сіянія*, послѣ чего обыкновенно свѣтлые столбы теряютъ свой блескъ, блестящая дуга исчезаетъ и явленіе прекращается. Такъ какъ средина сегмента находится въ направленіи магнитнаго меридіана, а корона лежитъ въ той точкѣ неба, на которую указываетъ южный полюсъ стрѣлки наклоненія, то весьма вѣроятно, что существуетъ связь между этимъ явленіемъ и земнымъ магнетизмомъ; но въ чемъ заключается причина этого явленія — до сихъ поръ еще неизвѣстно. По мнѣнію Де-ла-Рива сѣверныя сіянія происходятъ отъ соединенія противоположныхъ электричествъ воздуха въ верхнихъ разрѣженныхъ частяхъ атмосферы, причемъ образовавшіеся свѣтлые столбы движутся подъ вліяніемъ земнаго магнетизма.

КОНЕЦЪ.

ОГЛАВЛЕНІЕ.




БИБЛИОТЕКА
областного
Краеведческого музея
г. Омск
шифр 52 инв. № 1149

52 коп

